Aus dem Institut für
Tiermedizin und Tierhygiene mit Tierklinik
der Universität Hohenheim
und der
Klinik für Pferdekrankheiten und allgemeiner Chirurgie
— Klinische Radiologie —
am Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Lumbosakrale Übergangswirbel beim Hund

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Werner Winkler
Tierarzt aus Schwarzenfeld

Berlin 1985
Journal-Nr. 1250

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549614_0016

Aus dem Institut für
Tiermedizin und Tierhygiene mit Tierklinik
der Universität Hohenheim

und der

Klinik für Pferdekrankheiten und allgemeiner Chirurgie
- Klinische Radiologie -
am Fachbereich Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Lumbosakrale Übergangswirbel beim Hund

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Werner Winkler
Tierarzt aus Schwarzenfeld

Berlin 1985
Journal-Nr. 1250

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Fachbereichsprecher	:	Prof. Dr. F. Hörchner
Referent	:	Prof. Dr. K. Hartung
Korreferent	:	Prof. Dr. K. Loeffler

Tag der Promotion : 15. Juli 1985

MEINER EHEFRAU

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG	7
2.	LITERATURÜBERSICHT	9
2.1.	Anatomie der Lendenwirbelsäule, des Kreuzbeins und des Beckens des Hundes	9
2.1.1.	Die Lendenwirbelsäule	9
2.1.2.	Das Kreuzbein	11
2.1.3.	Das Becken	13
2.1.4.	Gelenke	15
2.2.	Übergangswirbel	16
2.2.1.	Lumbosakrale Übergangswirbel	17
2.2.1.1.	Lumbosakrale Übergangswirbel bei den Säugetieren	17
2.2.1.2.	Ursachen und Entstehung von lumbosakralen Übergangswirbeln	21
3.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	27
3.1.	Material und Methode	27
3.1.1.	Material	27
3.1.1.1.	Anatomische Präparate	27
3.1.1.2.	HD-Röntgenaufnahmen	27
3.1.2.	Methode	29
3.1.2.1.	Beschreibung der anatomischen Präparate	29
3.1.2.2.	Auswertung der Röntgenaufnahmen	29
3.1.2.3.	Statistische Erhebung	30
3.2.	Ergebnisse	35
3.2.1.	Beschreibung der anatomischen Präparate	35
3.2.1.1.	Präparat A, Kreuzbein, Normalverhältnisse	35
3.2.1.2.	Präparat D, Kreuzbein und letzter Lendenwirbel (Sakralisation)	39
3.2.1.3.	Präparat B und C, Kreuzbein sowie Becken mit Kreuzbein (Lumbalisation)	45

		Seite
3.2.2.	Auswertung der HD-Röntgenaufnahmen	57
3.2.2.1.	Beurteilbarkeit der Röntgenaufnahmen	57
3.2.2.2.	Röntgenologische Darstellung	59
3.2.2.2.1.	Normalverhältnisse der Lumbosakralregion	59
3.2.2.2.2.	Lumbosakrale Übergangswirbel im Röntgenbild	60
3.2.2.2.2.1.	Übergangswirbel im Sinne einer Sakralisation	60
3.2.2.2.2.2.	Übergangswirbel im Sinne einer Lumbalisation	64
3.2.2.2.2.3.	Nebenbefunde bei der Beurteilung der Röntgenaufnahmen.	68
3.2.2.3.	Schematische Darstellung	70
3.2.2.3.1.	Lumbosakrale Übergangswirbel im Sinne der Sakralisation	70
3.2.2.3.2.	Lumbosakrale Übergangswirbel im Sinne der Lumbalisation	73
3.2.2.4.	Lumbosakrale Übergangswirbel bei den einzelnen Rassen	75
3.2.2.4.1.	Häufigkeit bei den einzelnen Rassen	75
3.2.2.4.2.	Altersverteilung der Tiere mit lumbosakralen Übergangswirbeln	83
3.2.3.	Statistische Berechnungen	85
3.2.3.1.	Prüfung auf Unabhängigkeit lumbosakrale Übergangswirbel/Rasse	85
3.2.3.2.	Konfidenzintervallschätzung	86
3.2.3.3.	Prüfung auf Unabhängigkeit lumbosakrale Übergangswirbel/HD	89
3.2.3.4.	Prüfung auf Unabhängigkeit lumbosakrale Übergangswirbel/Geschlecht	91
4.	DISKUSSION	93

		Seite
5.	ZUSAMMENFASSUNG	111
6.	LITERATURVERZEICHNIS	113
7.	TABELLARISCHER ANHANG	121

1. EINLEITUNG

Für die Zulassung zur Zucht wird für die meisten großwüchsigen Hunderassen von Seiten der Zuchtverbände eine Untersuchung auf Hüftgelenksdysplasie (HD) gefordert. Im Rahmen der Beurteilung der entsprechenden Röntgenaufnahmen hinsichtlich des Hüftgelenkstatus werden in Form von Zufallsbefunden gelegentlich sogenannte lumbosakrale Übergangswirbel festgestellt. Wie LARSEN (1977) berichtet, können diese Wirbel schon bei der Anfertigung von Becken-Röntgenaufnahmen Schwierigkeiten bereiten, insbesondere dann, wenn die Veränderungen am Wirbel unilateral auftreten, da es infolge solcher Wirbelsäulenanomalien mitunter nahezu unmöglich ist, die für die HD-Aufnahme geforderte symmetrische Lagerung herzustellen. Darüberhinaus kann die korrekte Durchführung von Epiduralanästhesien erheblich erschwert sein, indem es durch Veränderungen dieser Art zu Verlagerungen der für die Auffindung der Injektionsstelle (Spatium interarcuale lumbosakrale) notwendigen Knochenerhabenheiten des Darmbeines (Spina iliaca dors. cran.) kommen kann (LARSEN,1977).

Aber auch auf für klinische Zwecke angefertigten Wirbelsäulenaufnahmen im latero-lateralen Strahlengang können Hinweise auf lumbosakrale Übergangswirbel vorhanden sein. Diese sind häufig an einer von der Norm abweichenden Winkelung im Lumbosakralgelenk erkennbar. Die exakte Feststellung ist jedoch nur im ventro-dorsalen Strahlengang möglich (MORGAN,1972).

Auch SUTER (1974) weist auf derartige Wirbelsäulenanomalien beim Hund hin.

OLSSON und KASSTRÖM (1972) berichten über Fälle von einseitiger HD, die durch Beckenasymmetrien infolge einer besonderen Form von Übergangswirbel, der einseitigen Sakralisation, verursacht werden.

Beim Menschen sind Wirbelsäulenvariationen dieser Art eingehend beschrieben (DANFORTH und WILSON,1925; WILLIS,1929; BLUMENSAAT und CLASING,1932; JUNGHANNS und SCHMORL,1957; SCHWARTZ,1969; LANGE,1971; NATHAN und ARENSBURGH,1972).

Sie sind nicht unwesentlich bei der Genese von Arthrosen, Periostitiden sowie Nervenkompressionen in der Lumbosakralregion.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es deshalb, an Hand von anatomischen Präparaten diese lumbosakrale Übergangswirbel zu beschreiben und mittels der systematischen Auswertung von Röntgenaufnahmen von Hunden verschiedener Rassen die für die HD-Auswertung angefertigt wurden, die Häufigkeit des Auftretens von lumbosakralen Übergangswirbeln zu ermitteln.

2. LITERATURÜBERSICHT

2.1. Anatomie der Lendenwirbelsäule, des Kreuzbeines und des Becken des Hundes

Bei den nachfolgenden Ausführungen werden im wesentlichen die Beschreibungen von CHAUVEAU (1890), ZIETZSCHMANN (1943), BUDRAS et al. (1974), SISSON und GROSSMAN (1975), BARONE (1976), KOCH (1976), MILLER et al. (1979) sowie NICKEL et al. (1984) zugrunde gelegt.

2.1.1. Die Lendenwirbelsäule

Der Hund besitzt in der Regel 7 Lendenwirbel, nur selten ist diese Anzahl um einen Wirbel reduziert. Jeder Wirbel besteht aus 3 Teilen: Wirbelkörper (Corpus vertebrae), Bogen (Arcus vertebrae) und Fortsätzen (Processus vertebrae). Die charakteristischen Eigenschaften der Lendenwirbel sind gut ausgeprägt. Die kräftigen Körper sind lang und massig, wobei Wirbelkopf und Wirbelpfanne sich als flach erweisen. Die hohen Bögen überbrücken den Wirbelkanal. Sie schließen sich gut aneinander, nur zwischen dem letzten Lendenwirbel und dem Kreuzbein bleibt das geräumige Spatium interarcuale lumbosacrale frei, das für die Durchführung der Lumbalpunktion sowie der Epiduralanästhesie von Bedeutung ist.Die Dornfortsätze (Procc. spinosi) nehmen bis zum 5. bzw. 6. Lendenwirbel an Länge zu. Sie sind wenig nach kranial geneigt. Die kranio-ventral gerichteten Querfortsätze (Procc. transversi) entspringen an der Basis des Bogens. Ihre Enden sind, mit Ausnahme derer des 7. Lendenwirbels, verdickt. Sie artikulieren weder untereinander, noch mit dem Kreuzbein. Die Gelenkfortsätze (Procc. articulares crann. et caudd.) tragen eine fast zylindrisch geformte Gelenkfläche, deren Längsachse sagittal gestellt ist. Die Processus articulares caudd. des letzten Lendenwirbels zeichnen sich gegenüber denen der anderen dadurch aus, daß sie in ihrer lateralen Ausdehnung weit über die der kranialen

Gelenkfortsätze hinausreichen; bei den übrigen Lendenwirbeln verhält sich die Breitenausdehnung umgekehrt. Darüber hinaus steht die Gelenkfläche der Processus articulares caudd. des 7. Lendenwirbels in einem Winkel von ca. 45° zur Horizontalen, wohingegen die Winkelung bei den anderen Lendenwirbeln wesentlich steiler ist und ca. 60° beträgt. Die vorderen Gelenkfortsätze tragen an ihrem distalen Ende die kammartig ausgebildeten Zitzenfortsätze (Procc. mamillares), wodurch sie die kaudalen in dorsaler Richtung überragen. Die kaudalgerichteten Hilfsfortsätze (Procc. accessorii) entspringen dornartig am kaudalen Rand des Wirbelbogens, ventral des hinteren Gelenkfortsatzes. Diese Fortsätze der einzelnen Wirbel reduzieren sich nach kaudal; sie sind an den letzten 3 Lendensegmenten nur noch als rauhe Höcker vorhanden. Durch das Ineinandergreifen der Gelenkfortsätze, einschließlich der Hilfsfortsätze, kommt es zu einer festen Verzahnung, die der Lendenwirbelsäule seitliche Biegungen verwehrt (LANG,1972).

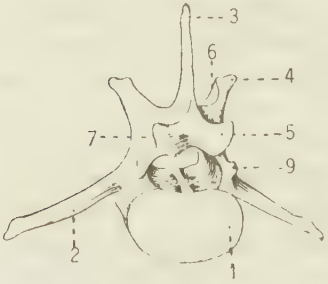

Abb. 1. fünfter Lendenwirbel
kaudolaterale Ansicht
(nach MILLER et al.1979)

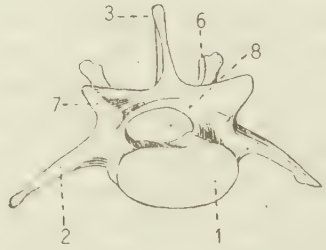

Abb. 2. siebter Lendenwirbel
kaudale Ansicht
(nach MILLER et al.1979)

Abbildung 1 und 2:

1. Wirbelkörper; 2. Querfortsatz; 3. Dornfortsatz; 4. vorderer Gelenkfortsatz mit Zitzenfortsatz; 5. hinterer Gelenkfortsatz; 6. vordere Gelenkfläche; 7. hintere Gelenkfläche; 8. Wirbelloch; 9. Hilfsfortsatz

2.1.2. Das Kreuzbein

Das Kreuzbein wird beim Hund von 3 Wirbeln gebildet. Diese sind beim adulten Tier synostotisch miteinander verschmolzen. Somit besteht keine Beweglichkeit der einzelnen Wirbel untereinander. Hierdurch wird diesem Wirbelsäulenabschnitt die notwendige Stabilität verliehen, die für die Befestigung des Beckengürtels und somit der Hintergliedmaßen erforderlich ist. Die Wirbelkörper werden nach kaudal kürzer und schmaler, sie sind dorsoventral plattgedrückt, und ihre knöcherne Verwachsung ist, besonders von ventral, an querlaufenden, wulstartigen Erhabenheiten (Lineae transversae) deutlich zu erkennen. Der gemeinsame Kreuzbeinkörper trägt kranial die flache Facies terminalis caud., deren ventrale Begrenzung als Promontorium bezeichnet wird, kaudal die mehr oder weniger ebene Facies terminalis caud. Die Verschmelzung erfaßt aber nicht nur die Wirbelkörper, sondern auch die Bögen sowie die Querfortsätze. Durch die Fusion der Querfortsätze zu den Partes laterales kommt es zur Bildung der insgesamt 4 Foramina sacralia dorss. resp. ventrr., welche den Foramina intervertebralia der übrigen Wirbelsäule entsprechen. Die Pars lateralis, insbesondere der durch die Querfortsätze des ersten und teilweise des zweiten Kreuzbeinsegmentes gebildete Abschnitt, formt den mächtigen, sagittal gestellten Kreuzbeinflügel (Ala ossis sacri). Auf dessen rauher Lateralfläche zeichnet sich am kaudolateralen Rand die sichelförmige Facies auricularis ab, die die überknorpelte Gelenkfläche zum Darmbein darstellt, während vom größeren kraniomedialen Teil die ligamentöse Verbindung zu diesem Knochen unterhalten wird. In medialer Richtung verschmelzen die Kreuzbeinflügel mit den gut ausgebildeten vorderen Gelenkfortsätzen zu kompakten Einheiten, an deren Innenseiten sich die Gelenkflächen für die Kontaktaufnahme mit den Procc. articulares caudd. des letzten Lendenwirbels befinden. Die hinteren Gelenkfortsätze des Kreuzbeines treten scharf hervor und überragen dorsal die kaudale Endfläche des letzten Kreuzbeinsegmentes. Die Gelenkfortsätze der übrigen Kreuz-

beinsegmente sind, zusammen mit den Zitzenfortsätzen, zu kleinen Höckern verkümmert. Die Wurzeln der 3 Dornfortsätze sind zur Crista sacralis mediana verwachsen, deren freie Enden in Gestalt rundlicher Erhabenheiten sich jedoch noch deutlich abheben und einen nahezu konstanten Abstand zueinander aufweisen.

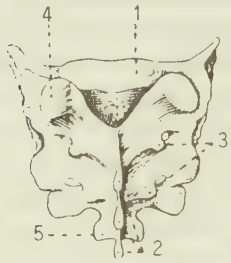

Abb. 3. Kreuzbein
kraniodorsale Ansicht
(nach MILLER et al.1979)
1. Kreuzbeinkörper
2. Crista sacralis mediana
3. Gelenkfortsätze, verschmolzen mit Zitzenfortsätzen
4. Vordere Gelenkfläche
5. Hinterer Gelenkfortsatz

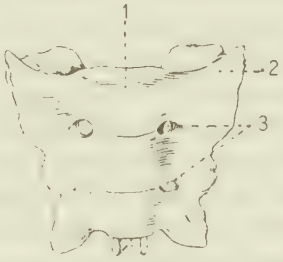

Abb. 4. Kreuzbein
ventrale Ansicht
(nach MILLER et al.1979)
1. Promontorium
2. Kreuzbeinflügel
3. Forr. sacralia ventralia

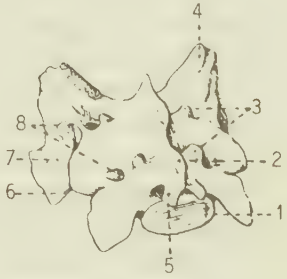

Abb. 5. Kreuzbein
kaudolaterale Ansicht
(nach MILLER et al.1979)
1. Kreuzbeinkörper
2. Crista sacralis mediana
3. Gelenkfortsätze verschmolzen mit Zitzenfortsätzen
4. Vordere Gelenkfläche
5. Hinterer Gelenkfortsatz
6. Facies auricularis
7. Kreuzbeinflügel
8. Forr. sacralia dorsalia

2.1.3. Das Becken

Das Becken (Pelvis) des erwachsenen Hundes besteht aus den beiden Hüftbeinen (Ossa coxae), die ventral in der Beckenfuge (Symphysis pelvis) knorpelig und bindegewebig und im Alter knöchern miteinander verbunden sind. Das einheitliche Hüftbein entsteht durch die Fusion von vier Einzelknochen, dem Darmbein (Os ilium), dem Schambein (Os pubis), dem Sitzbein (Os ischii) und dem Os acetabulare. Das Darmbein, das den mächtigsten Anteil darstellt, bildet den kraniodorsalen Abschnitt des Hüftbeins. Es gliedert sich in den kranial gelegenen breiten Flügel (Ala ossis ilii) und die gelenkspfannenseitige rundliche Säule (Corpus ossis ilii), deren kaudales Ende mit den Körpern des Schambeins und des Sitzbeins sowie mit dem Os acetabulare die Gelenkpfanne bildet. Der kraniodorsale Rand (Crista iliaca) des Darmbeins ist konvex und wulstig, während der ventrolaterale Rand mäßig ausgehöhlt erscheint. Der kraniodorsale und der ventrolaterale Rand stoßen im lateralen Winkel zusammen und bilden den Hüfthöcker (Tuber coxae s. Spina iliaca ventr.). Durch die Vereinigung des dorsomedialen und des kraniodorsalen Randes am medialen Darmbeinwinkel wird der Kreuzbeinhöcker (Tuber sacrale s. Spina iliaca dors.) gebildet, der durch eine flache halbmondförmige Inzisur in einen kranialen und einen kaudalen Abschnitt (Spina iliaca dors. cran. resp. caud.) gegliedert ist. Die Außenfläche (Facies glutea) des Darmbeins ist fast lateral gekehrt und dient dem Ursprung der kräftigen Gesäßmuskeln. An der Innenfläche (Facies pelvina) gewährt die mehr lateral gelegene glatte Fläche (Facies muscularis) den Lendenmuskeln Ursprung. Der mediale rauhe Abschnitt übernimmt die Verbindung zum Kreuzbein, wobei der überknorpelte Anteil (Facies auricularis) als Gelenkfläche dient.

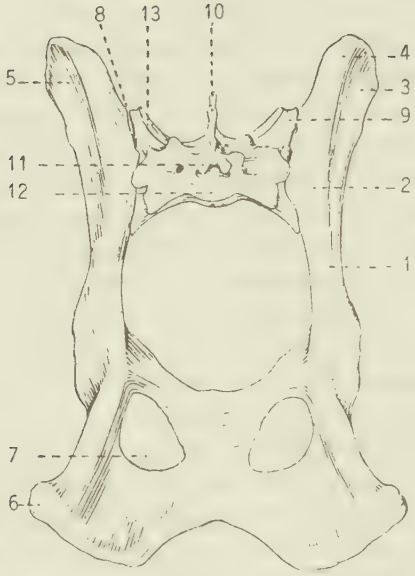

Abb.6. Becken und Kreuzbein
kaudodorsale Ansicht
(nach MILLER et al.1979)

1. Darmbeinsäule
2. Spina iliaca dors. caud.
3. Darmbeinflügel
4. Spina iliaca dors. cran.
5. Facies glutea
6. Sitzbeinhöcker
7. Foramen obturatum
8. Kreuz-Darmbeingelenk
9. Kreuzbeinflügel
10. Crista sacralis mediana
11. Hinterer Gelenkfortsatz
12. Kreuzbeinkörper
13. Vordere Gelenkfläche
des Kreuzbeins

2.1.4. Gelenke

Im Rahmen des Themas der vorliegenden Arbeit bedürfen besonders das Kreuz-Darmbeingelenk sowie die Verbindung zwischen dem letzten Lendenwirbel und dem Kreuzbein einer näheren Beschreibung.

Das Kreuz-Darmbeingelenk ist ein aus Diarthrosis und Syndesmosis zusammengesetztes Gelenk. Das echte Gelenk mit Gelenkkapsel, Gelenkknorpel, Gelenkhöhle und Synovia versehen, befindet sich zwischen den beiden Facies auriculares, die einander gegenüber liegen. Die Syndesmosis befindet sich kraniodorsal von diesen Flächen, wo die Flügel beider Knochen rauh sind. Der hier gelegene inkongruente Spalt wird durch lamellär geschichtete kollagene Faserbündel ausgefüllt (GEMBARDT, 1974).

Darüber hinaus gehören zu der straffen Iliosakralverbindung noch folgende Bänder: das Ligamentum sacroiliacum ventrale, das Ligamentum sacroiliacum dorsale. Auch das zwischen dem Querfortsatz des letzten Kreuzbeinsegments und dem Sitzbeinhöcker (Tuber ischiadicum) verkehrende Ligamentum sacrotuberale dient als straffe Verbindung. Die Lumbosakralverbindung zerfällt ebenfalls in zwei Abschnitte; die Synchondrosis lumbosacralis zwischen dem Körper des letzten Lendenwirbels und dem Kreuzbeinkörper und die kleinen Wirbelgelenke zwischen den Gelenkfortsätzen der beiden Knochen.

Im Wirbelkörpergelenk ist, wie bei den übrigen Wirbeln, eine Zwischenwirbelscheibe (Discus intervertebralis) ausgebildet.

Die kleinen Wirbelgelenke sind Diarthrosen und stellen Schlittengelenke dar.

2.2. Übergangswirbel

An den Übergangsstellen der Hauptabschnitte der Wirbelsaule kommt es bei den Haustierarten und beim Menschen nicht selten sowohl zu numerischen als auch zu morphologischen Variationen der Wirbel der entsprechenden Region (LESBRE,1927; WINCKLER,1949; BARONE,1976). Die morphologischen Abweichungen werden von denselben Autoren als sogenannte doppeldeutige Wirbel bezeichnet.

GEGENBAUR (1873) verwendet hierfür den Begriff des Übergangswirbels.

STIEVE (1921) versteht darunter eine Art Verbindungswirbel zwischen zwei Wirbelsäulenteilen, der in seiner Morphologie sowohl Merkmale des davor befindlichen kranialen als auch des dahinter befindlichen kaudalen Wirbelsäulenabschnittes besitzt, wobei die Wirbelkörper solcher Wirbel fast symmetrisch sind, während die Seitenteile durch Asymmetrie gekennzeichnet sind.

Die Ähnlichkeit der Seitenteile mit denen der kranialen bzw. kaudalen Wirbelsäulenabschnitte bezeichnen SIMOENS et al. (1978) als den sogenannten Kranial-Kaudal-Gradienten (gradation cranio-caudale) eines Übergangswirbels.

Entsprechend der Lokalisation dieser Wirbelvariationen kann man von zerviko thorakalen, thorako-lumbalen, lumbo-sakralen und sakro-kokzygealen Übergangswirbeln sprechen. Nach Ansicht von BARONE (1976) nimmt die Häufigkeit des Auftretens von Übergangswirbeln in kaudaler Richtung zu, so daß die häufigsten Veränderungen dieser Art in der sakro-kokzygealen Region zu finden sind.

Dies wird auch durch die Untersuchungen von MORGAN (1968) bestätigt. Er kommt darüber hinaus zu dem Schluß, daß beim Hund die lumbosakralen Übergangswirbel diejenigen mit der größten klinischen Bedeutung sind, da sie eine Instabilität in diesem Wirbelsäulenabschnitt verursachen können. Dies führt zur Prädisposition dieser Region für das Auftreten

von sekundären Veränderungen. Mögliche Folgen sind Arthrosen der kleinen Wirbelgelenke oder der Hüftgelenke infolge von Fehlstellungen der Gelenkflächen sowie durch Osteophyten verursachte Nervenkompressionen.

2.2.1. Lumbosakrale Übergangswirbel

Die im Lumbosakralbereich besonders häufig auftretenden Variationsbildungen sind die lumbosakralen Übergangswirbel, die in zwei verschiedenen Formen, nämlich der S a k r a l i s a t i o n und der L u m b a l i s a t i o n vorkommen. Von Sakralisation spricht man dann, wenn der letzte präsakrale Wirbel in der Ausbildung seiner Wirbelbogenteile, besonders seiner Querfortsätze, einseitig oder doppelseitig Angleichungen an die Seitenmassen des Kreuzbeines zeigt, oder wenn er ganz in das Kreuzbein einbezogen ist („ Verkreuzbeinung "). Unter Lumbalisation wird das Heraustreten des ersten Kreuzbeinwirbels aus der Kreuzbeinmasse verstanden, indem sich der Wirbel unter einseitiger oder doppelseitiger mangelhafter Ausbildung seiner Seitenflügel der Form des letzten präsakralen Wirbels angleicht oder vollkommen dessen Form annimmt (JUNGHANNS,1957).

Allerdings verwendet POMMER (1933) den Begriff der Sakralisation in einem anderen Zusammenhang; er versteht darunter die knöcherne Fusion des letzten Lendenwirbels mit dem ersten Kreuzwirbel, verursacht durch eine Spondylosis deformans oder Spondylosis ankylopoetica.

Auch HOERLEIN (1965) gebraucht diesen Begriff in einem anderen Sinn; er bezeichnet ankylosierende Prozesse im Iliosakralgelenk als Sakralisation.

2.2.1.1. Lumbosakrale Übergangswirbel bei den Säugetieren

Mit der Frage des Vorkommens von lumbosakralen Übergangswirbeln bei den Säugetieren beschäftigten sich verschiedene Autoren.

FRENKEL (1873) untersuchte anhand von Säugetierskeletten sowie Wirbelsäulenpräparaten in verschiedenen Entwicklungsstadien das Auftreten und Verhalten der sogenannten Sakralrippen und fand dabei u.a. Sakralisationen beim Feldhasen. Er beschrieb dies als das Auftreten eines sogenannten „ ventralen Seitenteils " am Querfortsatz des letzten Lendenwirbels, wobei dieses „ ventrale Seitenteil " mit dem Seitenfortsatz des ersten Sakralwirbels verwachsen ist und somit einen Teil der Gelenkfläche zum Darmbein bildet. Bereits an der Wirbelsäule eines 1/4-jährigen Hundes fand derselbe Autor eine einseitige Sakralisation des letzten Lendenwirbels. An diesem Präparat stellte er fest, daß das mit dem Darmbein artikulierende „ ventrale Seitenteil " des siebten Lendenwirbels vom freien Ende des nach lateral zeigenden Querfortsatzes durch eine Kerbe deutlich getrennt ist.

WINCKLER (1949) fand eine einseitige Sakralisation an der Wirbelsäule einer Katze. Er stellte fest, daß durch die gelenkige Verbindung des siebten Lendenwirbels zum Darmbein die Entwicklung des Kreuzbeines auf der sakralisierten Seite behindert wird. Dies bewirkt eine Reduktion des Kreuzbeinflügels auf der entsprechenden Seite. Als Folge der Artikulation mit dem Darmbein kommt es zu einer leichten Schiefstellung des Wirbelkörpers des siebten Lendenwirbels zur sakralisierten Seite hin, wodurch im Lumbosakralgelenk eine Winkelung der Längsachse der Wirbelsäule entsteht.

SIMOENS et al. (1978,1979) fanden an den mazerierten Präparaten von 80 Ziegen verschiedenen Alters und beiderlei Geschlechts insgesamt 9 Fälle mit Übergangswirbel, davon zeigten 5 Tiere Sakralisationen. An einer Wirbelsäule war neben dem lumbosakralen Übergangswirbel zusätzlich noch ein thorakolumbaler Übergangswirbel vorhanden. Eine Ziege zeigte insofern eine Besonderheit, als sie 7 Lendenwirbel besaß (normalerweise besteht die Lendenwirbelsäule der Ziege aus 6 Wirbeln) und dieser zusätzliche Wirbel als lumbosakraler Übergangswirbel in Form einer Sakralisation ausgebildet war. Darüber hinaus ist zu erwähnen, daß diese Autoren den auf den eigentlichen lumbosakralen

Übergangswirbel folgenden Wirbel ebenfalls als solchen ansprechen, da auch dieser einen Kranialkaudal-Gradienten aufweist. Dies ist so zu verstehen, daß im Falle einer Sakralisation des letzten Lendenwirbels das erste Sakralsegment morphologische Eigenschaften des zweiten Kreuzbeinsegments trägt.

WEGNER (1959) erläuterte den Fall einer einseitigen Sakralisation am Beispiel einer Gabelantilope. Auch er beschrieb wie WINCKLER (1949) das Entstehen einer Winkelung der Wirbelsäule im Lumbosakralgelenk. Am Becken dieses Tieres stellte er eine Asymmetrie der Beckenschaufeln fest, die er als Anpassungswachstum an die Schiefstellung der kaudalen Gelenkfläche des Übergangswirbels deutet (Länge der Beckenschaufel der sakralisierten Seite: 220 mm, der nicht sakralisierten Seite: 214 mm). WEGNER (1959) führt weiterhin an, daß bei den Geweihträgern Veränderungen am Becken und den hinteren Extremitäten mit Anomalien des Gehörns verbunden sind. Dies wurde in seinem Beispiel bestätigt, indem die beiden Hörner sehr ungleichmäßig in ihrer Form und Stellung ausgebildet waren.

MORGAN (1968) untersuchte in seiner radiologischen und morphologischen Studie kongenitale Wirbelsäulenanomalien beim Hund. Er fand bei 68 von 145 Tieren (Sektionsmaterial des pathologischen Institus des Königl.-Veterinär-Kollegs, Stockholm) insgesamt 86 kongenitale Wirbelsäulenanomalien, wobei auffällig war, daß die Rasse der Boxer überrepräsentiert war. Lumbosakrale Übergangswirbel konnte er an 4 Präparaten feststellen. Hierbei handelte es sich in 3 Fällen um Sakralisationen (2 unilaterale und 1 bilaterale Form) und um 1 beidseitige Lumbalisation. Im Bereich des Sakrums konnte er bei weiteren 5 Hunden eine unvollständige Verschmelzung zwischen dem ersten und zweiten Sakralsegment feststellen. Weiterhin wurde von MORGAN (1968) bei 92 der 145 Tiere Fragebogen über die klinische Vorgeschichte dieser Hunde ausgewertet, wobei in 13 Fällen die Wirbelsäulenanomalien mit klinischen Symptomen wie Lahmheit, Schmerzen und Lähmungen in Zusammenhang gebracht werden konnten. Jedoch waren bei allen 13 Tieren auch andere Veränderungen vorhanden, die eine

plausiblere Erklärung für die Entstehung der entsprechenden Störungen darstellten. Es konnte also in keinem Fall ein zweifelsfreier Zusammenhang zwischen der Wirbelsäulenanomalie und dem klinischen Krankheitsbild festgestellt werden.

Dennoch stellt MORGAN (1968) abschließend fest, daß insbesondere die lumbosakralen Übergangswirbel diese Region für sekundäre Veränderungen besonders anfällig machen.

LARSEN (1977) untersuchte zum ersten Mal eine größere Anzahl von Hunden auf das Vorhandensein von lumbosakralen Übergangswirbeln.

Grundlage seiner Untersuchungen war die quantitative Erfassung von lumbosakralen Übergangswirbeln bei 57 verschiedenen Rassen anhand einer Computeranalyse. Die computermäßige Erfassung dieser Wirbelsäulenanomalien erfolgt im Rahmen der HD-Beurteilung von 24 463 Röntgenaufnahmen in der Weise, daß die in Form von Nebenbefunden zufällig festgestellten Übergangswirbel in den Rechner eingegeben wurden. Diese Daten wurden später abgerufen und stellten die Basis dieser Erhebung dar.

So fand LARSEN (1977) insgesamt 552 Fälle mit lumbosakralen Übergangswirbeln (2,25 %), wobei die Rassen Deutscher Schäferhund, Britischer Spaniel, Rhodesian Ridgeback und Dobermann Pinscher ein signifikant höheres Auftreten dieser Wirbelsäulenanomalie zeigten.

Die Auswertung der Daten nach dem Geschlecht und dem HD-Status bezüglich des Vorhandenseins von Übergangswirbeln brachte keine signifikanten Ergebnisse.

Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung interessierenden Ergebnisse aus dieser Studie sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Auszug aus der Erhebung von LARSEN (1977)

Rasse	Anzahl der beurteilten Röntgenaufnahmen	Anzahl der Fälle mit lumbosakralen Übergangswirbeln
Airedale Terrier	67	2
Alaskan Malamute	952	26
Bobtail	1569	23
Boxer	61	1
Britischer Spaniel	643	38
Cocker Spaniel	129	6
Deutscher Schäferhund	2596	111
Dobermann Pinscher	487	18
Rhodesian Ridgeback	191	15
Samojede	1061	21
Sibirischer Husky	1020	7

2.2.1.2. Ursachen und Entstehungen von lumbosakralen Übergangswirbeln

Die Entstehung von lumbosakralen Übergangswirbeln ist Gegenstand zahlreicher Diskussionen.

Die meisten Autoren halten allerdings mechanische und traumatische Einflüsse sowie Entzündungen oder degenerative Faktoren für ziemlich ausgeschlossen und betrachten diese Veränderungen als Entwicklungsanomalie (LESBRE,1914; WEGNER,1959; NATHAN und ARENSBURGH,1972; BARONE,1976).

Eine andere Vermutung (ROSENBERG,1907) geht davon aus, daß lumbosakrale Übergangswirbel während der Ontogenese entstehen. Durch eine kranial

gerichtete Längsverschiebung des Beckenrings entlang der Wirbelsäule sollen diese Anomalien durch Berührung des entsprechenden Blastems mit dem Os Ilium induziert werden.

Diese These wird jedoch von STIEVE (1921) und WEGNER (1959) nicht akzeptiert, weil sie sich auf die phylogenetische Entwicklung beim Menschen und dessen aufrechte Haltung stützt.

Darüber hinaus wurde die Theorie der Wanderung des Beckenrings durch andere Untersuchungen widerlegt (HOLL,1882; PATERSON,1893; BARDEEN,1904).

Nach Ansicht von WEGNER (1959) entstehen lumbosakrale Übergangswirbel durch „ oszillierende Variationen " von Rippenelementen. Er stützt sich in seiner Erklärung vorwiegend auf die ausführlichen Untersuchungen von FRENKEL (1873) und GEGENBAUR (1873).

FRENKEL (1873) untersuchte, ob die beim Menschen schon längere Zeit bekannten selbstständigen ventralen Verknöcherungspunkte in den Seitenfortsätzen des Kreuzbeins bei den Säugetieren ebenfalls vorhanden sind; d.h., ob die von GEGENBAUR (1871) beschriebenen Sakralrippen der Vögel und Reptilien äquivalent vorhanden sind und welche Beziehungen in diesem Falle zu dem am Sakrum befestigten Darmbein bestehen.

An einer Vielzahl von fetalen und jugendlichen Wirbelsäulenpräparaten der Spezies Hund, Katze, Feldhase, Meerschweinchen sowie beim Menschen konnte FRENKEL (1873) nachweisen, daß neben den 3 regelrechten Verknöcherungszentren (1 unpaares Zentrum im Wirbelkörper, zwei paarig angeordnete Zentren in den Wirbelbögen), die jeder Wirbel besitzt, am Kreuzbein, zumindest in den vorderen Segmenten, zwei zusätzliche, paarig angeordnete ventrale Verknöcherungskerne vorhanden sind.

In der weiteren Entwicklung bilden sich aus den dorsalen bilateralen Ossifikationszentren die den Querfortsätzen der Lendenwirbelsäule

entsprechenden dorsalen Abschnitte des Kreuzbeins, wohingegen die eigentlichen Kreuzbeinflügel, die den Raum zwischen Querfortsatz und Wirbelkörper ausfüllen, aus den ventralen Kernen hervorgehen.

Diese Erkenntnis unterstrich FRENKEL (1873) u.a. durch den Hinweis auf die Ausdehnungsrichtung der ventralen Seitenfortsätze, die stark nach ventral und kaudal gerichtet sind, im Gegensatz zu den horizontal und kranial verlaufenden Querfortsatzäquivalenten. Darüber hinaus sind es stets die „ ventralen Seitenteile " des Kreuzbeins, die das Darmbein tragen, was durch den hier vorhandenen Gelenkknorpel bestätigt wird. Der dorsale Abschnitt der Iliosakralverbindung zeichnet sich durch weiche Bandmassen aus. Von den Seitenflächen des Kreuzbeins gehört daher nur der schmale dorsale Rand den Querfortsätzen der Sakralwirbel an, die den Querfortsätzen der Lendenwirbelsäule entsprechen. Die ganze übrige Seitenfläche, die die Facies auricularis darstellt, wird von den „ ventralen Seitenteilen " gebildet.

Weiterhin werden von FRENKEL (1873) Abweichungen von dieser Entwicklung beschrieben. Durch das Unterbleiben der Ausbildung von „ ventralen Seitenteilen " verliert das erste Sakralsegment das typische Aussehen eines Sakralwirbels und gleicht einem nur mit Querfortsätzen ausgestatteten Lendenwirbel. In den von FRENKEL (1873) untersuchten Fällen fehlte dieses „ ventrale Seitenteil " jedoch nie völlig, sondern war zumindest noch als deutliches Rudiment vorhanden.

Es kann zwar durch eine solche Entwicklung auch zum völligen Herauslösen des ersten Segments aus dem Kreuzbeinverbund kommen, was diesen Wirbel aber von einem Lendenwirbel unterscheidet und zu einer Art Mittelform zwischen beiden Wirbelarten stempelt, sind die seinen Querfortsätzen anhaftenden Rudimente der „ ventralen Seitenteile ", welche mittels Gelenkflächen mit den Seitenteilen des zweiten Sakralwirbels artikulieren. Je mehr der erste Sakralwirbel zurückgebildet erscheint, um so mächtiger sind die Seitenteile des zweiten entwickelt,

so daß die Aurikularfläche durch diese Abnormität nicht reduziert wird.

Diese von FRENKEL (1873) beschriebene Verminderung der sakralen Wirbelzahl entspricht somit dem Vorgang einer Lumbalisation des ersten Sakralsegments.

Auch der umgekehrte Vorgang, nämlich der Übergang des letzten Lumbalwirbels in einen Sakralwirbel (Sakralisation) wird von FRENKEL (1873) beschrieben. Entsprechend der Form und Lagerung sowie der Beziehung der unteren Schenkel der Seitenfortsätze zum Darmbein dürfte die Umbildung dieser Wirbel auf der Ausbildung von „ ventralen Seitenteilen " aus zusätzlich vorhandenen Verknöcherungszentren am Lendenwirbel beruhen.

Hinsichtlich der Deutung der regelrechten „ ventralen Seitenteile " am Sakrum sind für FRENKEL (1873) zwei Möglichkeiten denkbar.

So könnte es sich um Neubildungen von Knochenstücken handeln, deren Funktion es ist, durch Ausbildung von Gelenkflächen für das Darmbein dem Beckengürtel an der Wirbelsäule einen festen Halt zu geben. Da aber auch an solchen Sakralwirbeln, die mit dem Darmbein in keinerlei Berührung stehen, solche „ ventralen Seitenteile " auftreten, ja sogar an präsakralen Wirbeln solche überzählige Knochenkerne, ohne irgendwelche Beziehung zum Ilium, nachweisbar sind, kann die Bildung dieser Seitenteile nicht durch Induktion infolge von Berührung mit dem Darmbein verursacht werden.

Es handelt sich vielmehr um die Wiederholung von Teilen, die an vorhergehenden Wirbeln bereits vorhanden sind. Da die „ ventralen Seitenteile " aber mit den Querfortsätzen nicht vergleichbar sind, weil die Sakralregion solche Fortsätze, die sich aus den oberen Bögen entwickeln und nicht selbstständig verknöchern, bereits besitzt, kann es sich nach FRENKEL (1873) bei den „ ventralen Seitenteilen " nur um Homologa der Rippen handeln, so daß diese Gebilde als sogenannte Sakralrippen zu betrachten sind.

Somit sind an fast allen Abschnitten der Wirbelsäule der Säugetiere entweder Rippen oder entsprechende Rudimente bzw. Äquivalente vorhanden. Die Lendenwirbelsäule stellte eine Ausnahme dar. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß diese Elemente im Laufe der Evolution völlig verloren gegangen sind. Sie sind weder rudimentär noch in Form von Verknocherungszentren nachweisbar. Eine Erklärung für diesen Verlust an der Lendenwirbelsäule der Säugetiere gegenüber den niederen Wirbeltieren wie Fische, Reptilien oder Amphibien, wo diese kostalen Elemente auch in der Lendenregion vorhanden sind, wird von FRENKEL (1873) allerdings nicht gegeben.

GEGENBAUR (1873) benutzte die Beobachtungen von FRENKEL (1873) um die Bildungsgeschichte von lumbosakralen Übergangswirbeln wie folgt zu beschreiben:

Die eine Art lumbosakraler Übergangswirbel kommt dadurch zustande, daß ein Sakralwirbel das kostale Element seines Seitenfortsatzes verloren hat, die andere Art entsteht durch die Ausbildung der in der Regel gänzlich fehlenden Rippenrudimente am letzten Lendenwirbel. Ersteres entspräche somit einer Lumbalisation, letzteres einer Sakralisation.

Bei den Haustieren sind die direkten Ursachen dieser Wirbelvariationen nicht bekannt.

Anders verhält es sich bei den Labortieren, wo zahlreiche Untersuchungen die Bedeutung verschiedener Faktoren gezeigt haben. Doch ist die spezifische Bedeutung dieser Faktoren immer noch wenig bekannt (SIMOENS,1978).

In Experimenten mit Mäusen konnte gezeigt werden, daß bestimmte Einflüsse auf den mütterlichen Organismus, wie z.B. diätetische Mangel, die Anzahl von Wirbelvariationen bei den Nachkommen beeinflussen.

DEOL und TRUSLOVE (1957) konnten zeigen, daß Fütterungsmängel zu einer Abnahme des Geburtsgewichts und einer Reduktion der Anzahl

von Sakralisationen führten. Darüber hinaus stellten diese Autoren fest, daß die Tiere mit Sakralisationen diejenigen waren, deren Geburtsgewicht am wenigsten durch die mangelhafte Ernährung der Muttertiere beeinflußt wurde.

GROTE und LENNARTZ (1968) sowie MUNRO und BARNETT (1969) konnten ebenfalls an Mäusen zeigen, daß bei den Nachkommen von unter Hypothermie gehaltenen Muttertieren solche Wirbelmodifikationen gehäuft festgestellt werden können.

RUSSEL und RUSSEL (1950) zeigten in ihrer Untersuchung an Mäusen, daß nach der Bestrahlung von Muttertieren mit Röntgenstrahlen während des 7,5 - 9,5 Tages der Trächtigkeit die Häufigkeit des Auftretens von Sakralisationen des letzten präsakralen Wirbels bei den Nachkommen abnahm.

Hormonelle Faktoren kommen nach Ansicht von WEGNER (1959) für die Entstehung von Übergangswirbeln nicht in Betracht, da hiermit die Asymmetrie solcher Wirbel nicht erklärt werden kann.

Neben den oben erwähnten Faktoren werden von zahlreichen Autoren (SEARLE,1954; GRUNEBERG,1955; DEOL,1958; McLAREN und MICHIE,1958; MUNRO und BARNETT,1969) auch genetische Einflusse genannt. Doch die spezifische Bedeutung dieser genetischen Faktoren ist immer noch wenig bekannt.

Die Frage, ob die Faktoren, die bei den Labortieren festgestellt wurden, auch für die Haustiere und insbesondere für den Hund eine Bedeutung haben, bleibt allerdings offen.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1. Material und Methode

3.1.1. Material

Die Untersuchungen wurden an anatomischen Präparaten und an HD-Röntgenaufnahmen durchgeführt.

3.1.1.1. Anatomische Präparate

Bei den anatomischen Präparaten handelt es sich um mazerierte Skeletteile von 4 verschiedenen Hunden.

Präparat A : isoliertes Kreuzbein
Präparat B : isoliertes Kreuzbein
Präparat C : Becken mit Kreuzbein
Präparat D : Kreuzbein und letzter Lendenwirbel

Diese Knochen befanden sich in der Veterinäranatomischen Sammlung sowie der Klinik für Röntgenologie des Fachbereichs Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin bzw. dem Institut für Tiermedizin und Tierhygiene mit Tierklinik der Universtität Hohenheim. Die Präparate A, B und C dürften von mittelgroßen Hunden (Boxer, Deutscher Schäferhund) stammen, während das Präparat D von einem Hund in etwa der Größe eines Cocker Spaniels stammen dürfte.

3.1.1.2. HD-Röntgenaufnahmen

Bei den Röntgenaufnahmen handelt es sich um Becken-Röntgen-Aufnahmen im ventrodorsalen Strahlengang, die üblicherweise von praktischen Tierärzten angefertigt und anschließend an die entsprechenden HD-Zentralen zur Beurteilung des Hüftgelenkstatus eingereicht wurden. Über den Umfang der für diese Untersuchung von den HD-Zentralen der Zuchtverbände der verschiedenen Hunderassen zur Verfügung gestellten Röntgenaufnahmen gibt Tabelle 2 Auskunft.

Die Röntgenaufnahmen stammen von Tieren beiderlei Geschlechts und verschiedenen Alters.

Tabelle 2 : Umfang der röntgenologischen Untersuchung

Rasse	Anzahl der beurteilten Röntgenaufnahmen	Archivierungsdaten der Röntgenaufnahmen
Deutscher Schäferhund[1)]	6758	Jahrgang 1976 Kasten Nr. 34 - 75
Boxer[1)]	3754	Jahrgang Januar 1974 bis Juli 1976 Zb-Nr. 134987-150021
Cocker Spaniel[2)]	1409	Jahrgänge 1959-1980
Bobtail[2)]	770	Zb-Nr. 600-4131
Leonberger[2)]	654	keine systematische Archivierung
Sibirischer Husky[2)]	562	Zb-Nr. 774000-784300
Airedale Terrier[2)]	481	Zb-Nr. 1-103000
Alaskan Malamute[2)]	111	keine systematische Archivierung
Samojeden[2)]	81	keine systematische Archivierung
Rhodesian Ridgeback[2)]	38	keine systematische Archivierung

1) Bei diesen Rassen wurde wegen des großen Umfangs von Röntgenaufnahmen eine Auswahl getroffen.

2) Bei diesen Rassen wurden sämtliche zum Zeitpunkt der Untersuchung in den HD-Zentralen vorhandenen Röntgenaufnahmen in die Untersuchung einbezogen.

3.1.2. Methode

3.1.2.1. Beschreibung der anatomischen Präparate

Die anatomischen Präparate wurden fotografiert und die anatomischen Verhältnisse in vergleichender Weise zu den Normalverhältnissen beschrieben.

3.1.2.2. Auswertung der Röntgenaufnahmen

Die Untersuchungen wurden an Hand der in Tabelle 2 aufgeführten Röntgenaufnahmen mittels visueller Beurteilung am Röntgenfilmbetrachter durchgeführt. Zuerst galt es, die Beurteilbarkeit der einzelnen Röntgenaufnahmen festzustellen, d.h. die technische Qualität der in der Untersuchung berücksichtigten Aufnahmen mußte eine einwandfreie Beurteilung der Lumbosakralregion erlauben. Dies bedeutet auch, daß zumindest der letzte Lendenwirbel vollständig abgebildet sein mußte.

An Hand der auswertbaren Röntgenaufnahmen wurden dann die Kriterien für die röntgenologische Darstellung der Normalverhältnisse der Lumbosakralregion ermittelt und in Form von Umrißzeichnungen auf Thermo-Transparentfolien dokumentiert. Anschließend wurden sämtliche beurteilbaren Röntgenaufnahmen mit den röntgenologischen Normalverhältnissen verglichen. Auf diese Weise wurden die verschiedenen Abweichungsformen von den Normalverhältnissen ermittelt und ebenfalls auf Thermo-Transparentfolien dokumentiert.

Weiterhin wurde versucht, Kriterien zu finden, die es erlauben, lumbosakrale Übergangswirbel im Röntgenbild als solche zu erkennen, sie zu definieren und nach Möglichkeit den beiden Gruppierungen Sakralisation bzw. Lumbalisation zuzuordnen.

Für die einzelnen Rassen wurde dann die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Übergangswirbel festgestellt und in Form von Tabellen dargestellt.

Aus den Begleitdokumenten der Röntgenaufnahmen wurden abschließend die Variablen Alter und Geschlecht der Tiere sowie der Huftgelenksbefund ermittelt und entsprechend unterteilt in die Befunde HD-frei,
- Übergangsform (früher: verdächtig für HD), -leicht, -mittel,
- schwer.

Die Erfassung des Hüftgelenkstatus erfolgte in der Absicht eines späteren Vergleichs mit der Fragestellung, ob und inwieweit beim Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln der Grad der HD beeinflußt werden kann.

Diese Fakten wurden dann für jede Rasse in einer Übersicht zusammengefaßt und lieferten die Grundlage für die abschließende statistische Vergleichsuntersuchung.

3.1.2.3. Statistische Erhebung

Als erstes galt es, das in der Untersuchung ermittelte Zahlenmaterial dahingehend zu überprüfen, ob und inwieweit lumbosakrale Übergangswirbel bei einzelnen Rassen gehäuft auftreten.

die zu prüfende Hypothese (Nullhypothese, H_0) lautet:

Zwischen der Rasse und dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln bestehe kein Zusammenhang.

Zu diesem Zweck wurden, auf die in Tabelle 3 angegebene Weise, Häufigkeitstabellen mit zweifachem Eingang (Kontingenztafeln) angefertigt.

Tabelle 3 : Kontingenztafel
(aus SCHAICH et al.1982)

Kategorie des ersten Merkmals	Kategorie des zweiten Merkmals					Summe
	1	...	k	...	r	
1	n_{11}	...	n_{1k}	...	n_{1r}	$n_{1.}$
⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
j	n_{j1}	...	n_{jk}	...	n_{jr}	$n_{j.}$
⋮	⋮		⋮		⋮	⋮
m	n_{m1}	...	n_{mk}	...	n_{mr}	$n_{m.}$
Summe	$n_{.1}$	...	$n_{.k}$	...	$n_{.r}$	n

Anschließend sollten aus den empirischen Häufigkeiten n_{jk} die für die Gültigkeit von H_0 zu erwartenden Häufigkeiten θ_{jk} errechnet und in die entsprechende Tafel eingetragen werden.
Es gilt:

$$\theta_{jk} = n \cdot \hat{\theta}_{j.} \cdot \hat{\theta}_{.k} = \frac{n_{j.} \cdot n_{.k}}{n} \qquad (I)$$

da nach der maximum-likelihood-Schätzung

$$\hat{\theta}_{j.} = \frac{n_{j.}}{n} \qquad (1 \leq j \leq m)$$

$$\hat{\theta}_{.k} = \frac{n_{.k}}{n} \qquad (1 \leq k \leq r)$$

Für die Prüfung auf Unabhängigkeit läßt sich formulieren:

$$H_0^u : \theta_{jk} = \theta_{j.} \cdot \theta_{.k}$$

gegen

$$H_1^u : \theta_{jk} \neq \theta_{j.} \cdot \theta_{.k}$$

H_0^u bedeutet, daß Rassen und das Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln voneinander unabhängig sind.
H_1^u ist die entsprechende Alternativhypothese.

Diese Prüfung auf Unabhängigkeit läßt sich mit der χ^2- Teststatistik durchführen.

$$\chi^2 = n \sum_{j=1}^{m} \sum_{k=1}^{r} \frac{(n_{jk} - \frac{n_{j.} \cdot n_{.k}}{n})^2}{n_{j.} \cdot n_{.k}} \qquad (II)$$

Da (m + r - 2) Parameter aus der Stichprobe geschätzt werden, besitzt die Prüfvariable approximativ eine χ^2 - Verteilung mit
mr - 1 - (m + r - 2) = mr - m - r + 1 = (m - 1) · (r - 1) Freiheitsgraden (SCHAICH et al. 1982).

Die Nullhypothese auf Unabhängigkeit (H_0^u) ist zu verwerfen, wenn

$$\chi^2 > \chi^2_{(m-1)\cdot(r-1);1-\alpha}$$

$\chi^2_{(m-1)\cdot(r-1);1-\alpha}$ läßt sich beim entsprechenden Freiheitsgrad ((m-1)·(r-1)) und vorgegebener Irrtumswahrscheinlichkeit (α) aus der Tabelle für eine χ^2 -Verteilung entnehmen.

Für den Fall des Verwerfens der Nullhypothese sollte eine Prüfung des Zusammenhangs zwischen Rasse und dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln mit Hilfe einer Konfidenzintervallschätzung durchgeführt werden.

Nach SACHS (1982) läßt sich das 95%-Konfidenzniveau (Sicherheitswahrscheinlichkeit 95%) für die unbekannte Wahrscheinlichkeit des Parameters π der binominal verteilten Grundgesamtheit für nicht zu kleine Stichprobenumfänge n und nicht zu extreme relative Häufigkeiten $\hat{p}$, d.h. für $n\hat{p} > 5$ und $n(1-\hat{p}) > 5$ anhand der Normalverteilung, durch

$$\frac{x - 0,5}{n} - 1,96 \sqrt{\frac{\hat{p}\,(1 - \hat{p})}{n}} \lessapprox \pi \lessapprox \frac{x + 0,5}{n} + 1,96 \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}} \qquad (\text{III})$$

annähern, wobei gilt:

x : Anzahl Merkmalsträger

n : Stichprobenumfang

$\hat{p} = \frac{x}{n}$: geschätzte relative Häufigkeit

0,5 : Korrekturfaktor

1,96: Tabellenwert bei 95% Sicherheitswahrscheinlichkeit

Die 95%-Konfidenzintervalle sollten für jede Rasse berechnet und anschließend graphisch dargestellt werden.

Darüber hinaus sollte in der vorliegenden Untersuchung geprüft werden, ob zwischen dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln und der HD Unabhängigkeit besteht.

Auch diese Prüfung wurde mittels Kontingenztafel und χ^2 -Test durchgeführt. Es ergibt sich der spezielle Fall der Vierfeldertafel. Analog zur oben beschriebenen Mehrfeldertafel sollten auch hier die zu erwartenden Häufigkeiten errechnet werden.

H_0^u lautet hier, daß HD und lumbosakrale Übergangswirbel unabhängig von einander auftreten.

Nach HARTUNG et al. (1984) gilt bei genügend großem Stichprobenumfang n (n=60) die Teststatistik nach PEARSON.

$$\chi^2 = \frac{n\,(n_{11} \cdot n_{22} - n_{12} \cdot n_{21})^2}{n_{1.} n_{.1} n_{2.} n_{.2}} \qquad (IV)$$

H_0^u ist demnach bei $\chi^2 > \chi^2_{1;1-\alpha}$ zu verwerfen.

Abschließend sollte geprüft werden, ob zwischen dem Geschlecht und dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln Unabhängigkeit besteht. Auch hier sollten die Vierfeldertafel und die Teststatistik nach PEARSON angewandt werden.

H_0^u bedeutet hier, daß das Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln und das Geschlecht von einander unabhängig sind.

Die mathematischen Berechnungen wurden mit einem Taschenrechner (TI-25 Texas Instruments) durchgeführt.

3.2. Ergebnisse

3.2.1. Beschreibung der anatomischen Präparate

3.2.1.1. Präparat A: Kreuzbein, Normalverhältnisse

Am Präparat A (Abb. 7-10) sind die anatomischen Normalverhältnisse des Kreuzbeins dargestellt. Im Folgenden werden nur jene morphologischen Merkmale näher erläutert, die hinsichtlich des Vergleichs mit den veränderten Kreuzbeinen von Bedeutung sind.

Aus Abb. 7, 8, 10 ist ersichtlich, daß die Kreuzbeinflügel (1) in ihren dorsalen Abschnitten völlig mit den vorderen Gelenkfortsätzen (2) verschmolzen sind, so daß diese beiden Gebilde eine kompakte Einheit darstellen. Dies bedeutet, daß sich die auf dem Kreuzbeinflügel befindliche Gelenkfläche (1'), deren kaudoventraler Abschnitt die Facies auricularis (1'') und dorsokranialer Abschnitt (1''') die Grundlage des syndesmotischen Anteils des Iliosakralgelenks darstellt, in ihrer Höhenausdehnung bis zur Spitze des kranialen Gelenkfortsatzes erstreckt (s. Abb.8).

Da die Kreuzbeinflügel nahezu vollständig vom ersten Sakralsegment gebildet werden, nimmt die Gelenkfläche annähernd die Form eines gleichseitigen Dreiecks an, wobei die kraniale Begrenzung des Kreuzbeinflügels vertikal verläuft.

Der Pfeil in Abb. 7 und 8 markiert die Trennung zwischen dem kaudalen, zum zweiten Sakralsegment gehörenden Anteil und dem kranialen, zum ersten Sakralsegment gehörenden Abschnitt des Kreuzbeinflügels, der auch die Facies auricularis trägt.

Betrachtet man die kraniale Ansicht des Kreuzbeins (Abb. 10), so lassen sich, unter Zuhilfenahme des Wirbelkörpers als Bezugspunkt, Orientierungslinien konstruieren, die es erlauben, die Lage der kranialen Gelenkfortsätze näher zu beschreiben. Die Abb. 11 und 12 zeigen die Umrisse des Kreuzbeins bzw. des letzten Lendenwirbels in kranialer Ansicht mit eingezeichneten Orientierungslinien.

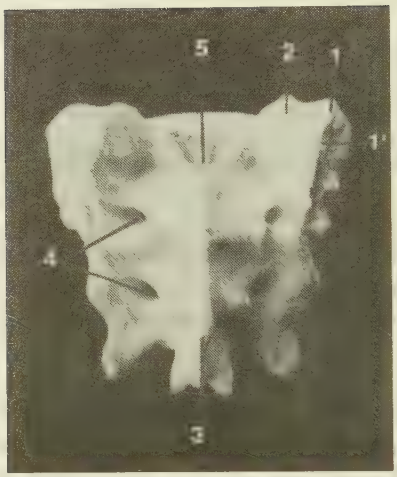

Abb. 7. Kreuzbein; dorsale Ansicht

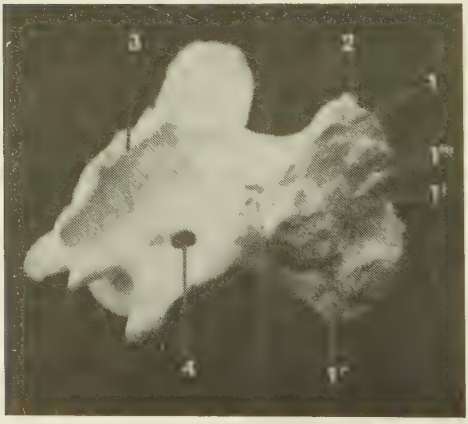

Abb. 8. Kreuzbein; kaudolaterale Ansicht

Abbildung 7 und 8

1 Kreuzbeinflügel; 1' Gelenkfläche; 1'' Facies auricularis; 1''' dorsokranialer Abschnitt der Gelenkfläche; 2 kranialer Gelenkfortsatz; 3 Crista sacralis mediana; 4 Forr. sacralia dorss. resp. ventrr.; 5 kaudale Begrenzung des Spatium interarcuale lumbosacrale;

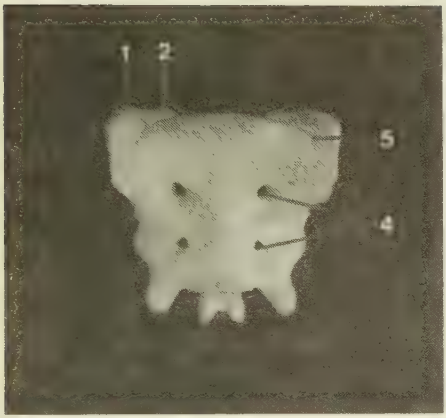

Abb. 9. Kreuzbein; ventrale Ansicht

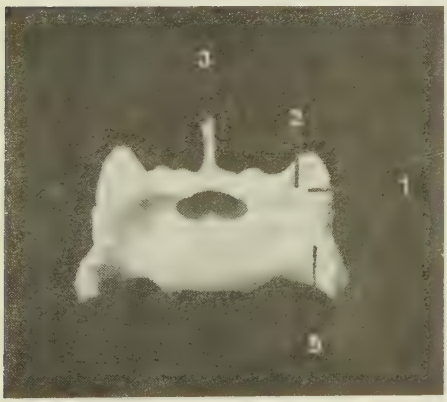

Abb. 10. Kreuzbein; kraniale Ansicht

Abbildung 9 und 10

1 Kreuzbeinflügel; 2 kranialer Gelenkfortsatz; 3 Crista sacralis mediana; 4 Forr. sacralia dorss. resp. ventrr.; 5 „ ventrales Seitenteil ";

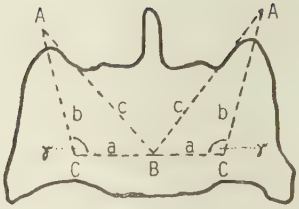

Abb. 11. Umriß, Kreuzbein; kraniale Ansicht

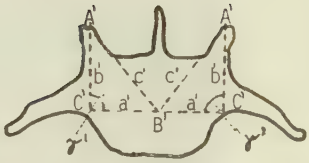

Abb. 12. Umriß, Lendenwirbel; kraniale Ansicht

Hieraus ist ersichtlich, daß die dorsalen Enden der kranialen Gelenkfortsätze beim normalen Kreuzbein lateral vom Wirbelkörper liegen, d.h. die Verbindungsgerade b, die eine Tangente an den Wirbelkörperkopf darstellt, verläuft nicht vertikal, sondern bildet einen bestimmten Winkel zur Horizontalen. Die Verbindungsgerade c zwischen Gelenkfortsatzende und Wirbelkorpermittelpunkt gibt die Winkelung an, unter der die Gelenkflächen der kranialen Gelenkfortsätze angelegt sind. Mit Hilfe der Orientierungslinien b und c sowie der Horizontalen a durch den Wirbelkörpermittelpunkt laßt sich ein Dreieck ABC konstruieren, dessen Winkel γ größer als 90° ist, während beim normalen Lendenwirbel (Abb.12) der Winkel γ' des Dreiecks A'B'C' ca. 90° beträgt. Dies bedeutet, daß beim normalen Lendenwirbel die kranialen Gelenkfortsätze weiter medial liegen und somit die Gelenkflächen dieser Gelenkfortsätze mehr sagittal angeordnet sind.

Aus Abb. 10 ist zu entnehmen, daß die ventralen Enden der Kreuzbeinflügel („ ventrales Seitenteil ") nach ventral nur wenig über den Wirbelkörperboden hinausragen.

Die Abb. 7 und 8 zeigen, daß unter Normalverhältnissen die Dornfortsätze des Kreuzbeins zu einer einheitlichen Leiste, der Crista sacralis mediana, verschmolzen sind, wobei die noch sichtbaren verdickten Enden der Dornfortsätze etwa gleiche Abstände zueinander aufweisen.

3.2.1.2. Präparat D: Kreuzbein und letzter Lendenwirbel (Sakralisation)

Beim Präparat D (Abb. 13 - 18) handelt es sich um das Kreuzbein und den letzten Lendenwirbel eines Hundes von etwa der Größe eines Cocker Spaniels. An diesem Beispiel soll der Übergangswirbel im Sinne einer Sakralisation erläutert werden.

Der letzte Lendenwirbel zeigt auf der rechten Seite die regelrechte Ausbildung des Querfortsatzes (1), während links eine Veränderung im Sinne einer Sakralisation vorliegt. Der eigentliche Querfortsatz (2) ist hier verkürzt ausgebildet und zeigt zusätzlich eine Änderung der Ausbreitungsrichtung, was vor allem in der ventralen und der kranialen Ansicht (Abb. 14, 15, 16) deutlich zu erkennen ist.

Der morphologische Hauptunterschied der linken zur rechten Seite besteht jedoch darin, daß sich ventral vom linken Querfortsatz ein zusätzliches Knochenelement (3) befindet. Dieses Knochenelement ist, vom Wirbelkörper ausgehend, auf seiner gesamten Länge mit dem Querfortsatz verschmolzen. Bei genauerer Betrachtung stellt man aber fest, daß am lateralen Rand eine Kerbe (s. Pfeil Abb. 14 - 17) zu erkennen ist, die möglicherweise eine Trennung des ventralen Elements vom eigentlichen Querfortsatz markiert.

Vergleicht man die Lage und Ausdehnungsrichtung dieses zusätzlichen ventralen Elements (3) mit dem ventralen Abschnitt des normalen Kreuzbeinflügels (Abb. 10/5), so liegt der Schluß nahe, daß dieses zusätzliche ventrale Element am letzten Lendenwirbel als ein Äquivalent des „ ventralen Seitenteils " (Abb. 10/5) des Kreuzbeinflügels aufzufassen ist.

Diese Annahme wird durch die seitliche Ansicht (Abb. 17) bestätigt. Die Basis dieses sich kegelförmig nach lateral erstreckenden „ ventralen Seitenteils " läßt aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit erkennen, daß hier eine Artikulation zum Darmbein vorliegt (Abb. 17/11).

Abb. 13. Kreuzbein und letzter Lendenwirbel; dorsale Ansicht

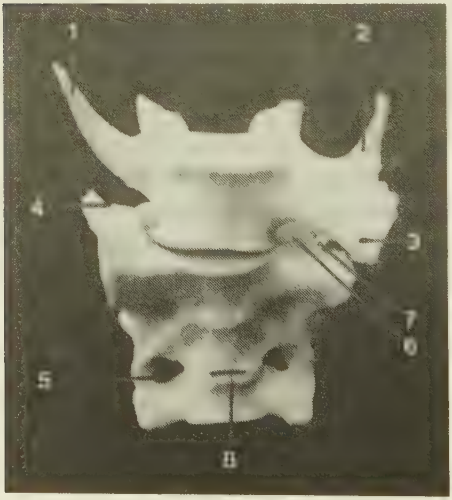

Abb. 14. Kreuzbein und letzter Lendenwirbel; ventrale Ansicht

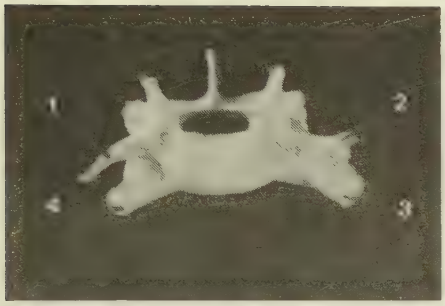

Abb. 15. Kreuzbein und letzter Lendenwirbel;
kraniale Ansicht

Abb. 16. letzter Lendenwirbel;
ventrale Ansicht

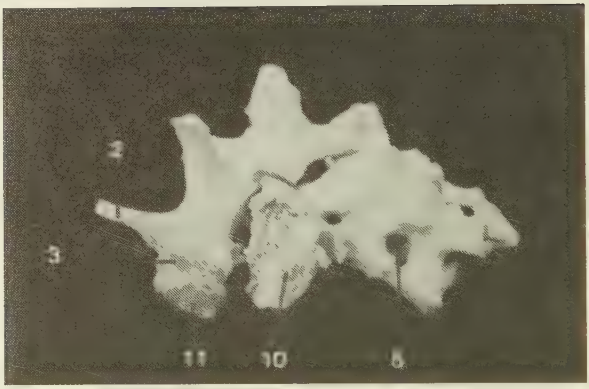

Abb. 17. Kreuzbein und letzter Lendenwirbel;
kaudolaterale Ansicht, links

Abb. 18. Kreuzbein und letzter Lendenwirbel;
kaudolaterale Ansicht, rechts

Abbildung 13 - 18

1 normaler Querfortsatz; 2 Querfortsatz mit „ ventralem Seitenteil "; 3 „ ventrales Seitenteil "; 4 „ ventrales Seitenteil " am Kreuzbein; 5 For. sacrale; 6 zusätzliches For. sacrale; 7 zusätzliche Verbindung zwischen Lendenwirbel und Kreuzbein; 8 Linea transversa, unverschlossen; 9 Facies auricularis; 10 Gelenkflächenanteil, Kreuzbein; 11 Gelenkflächenanteil, letzter Lendenwirbel.

Der Hauptteil dieser Gelenkflache weist eine glatte Oberfläche auf und stellt somit eine Fortsetzung der eigentlichen Gelenkfläche des Kreuzbeinflügels (Abb. 17/11) auf den letzten Lendenwirbel dar. Darüber hinaus ist ersichtlich, daß auch eine Artikulation des „ ventralen Seitenteils " zum Kreuzbein vorhanden ist (Abb. 14/7), wodurch linkerseits zusätzliche " Foramina sacralia dorsalia resp. ventralia " (Abb. 13/6; 14/6) entstanden sind.

Durch das Auftreten des „ ventralen Seitenteils ", das normalerweise nur am Kreuzbein vorhanden und in diesem Falle zusätzlich unterhalb des linken Lendenwirbelquerfortsatzes ausgebildet ist, wird die Ausbildung von gelenkigen Verbindungen sowohl zum Darmbein als auch zum Kreuzbein ermöglicht. Somit nimmt der letzte Lendenwirbel morphologische Eigenschaften des Kreuzbeins an, d.h. am letzten Lendenwirbel ist eine „ Verkreuzbeinung " (Sakralisation) vorhanden.

Aber nicht nur der letzte Lendenwirbel, sondern auch das Kreuzbein des Präparates D zeigt Abweichungen von den anatomischen Normalverhältnissen. So ist aus Abb. 14 und 18 ersichtlich, daß auf der nicht sakralisierten Seite der Kreuzbeinflügel wesentlich starker ausgebildet ist als dies am normalen Kreuzbein (Abb. 8, 9) der Fall ist. Der ventrale Teil des Kreuzbeinflügels (Abb. 13/4; 15/4; 18/4) erstreckt sich auf der rechten Seite weit über den Wirbelkörperkopf hinaus bis etwa auf die Höhe der vorderen Begrenzung des sakralisierten Anteils des letzten Lendenwirbels. Diese Vergrößerung der Kreuzbeinflügelgelenkfläche der rechten Seite ist als eine Art Anpassung an die Verhältnisse der sakralisierten Seite aufzufassen. Wenn es sich nämlich bei dem „ ventralen Seitenteil " um das spontane Auftreten eines zusätzlichen Knochenelements handelt und hierdurch eine Vergrößerung der Artikulationsfläche zum Darmbein bewirkt wird, so ist anzunehmen, daß auf der nicht sakralisierten Seite durch Anpassungsvorgänge versucht wird, die Gelenkfläche ebenfalls zu vergrößern, da sonst zwischen den beiden Seiten völlig unterschiedliche Verhältnisse hinsichtlich der Befestigung der hinteren Extremität an der Wirbelsäule bzw. der Wirbelsäule am Becken herrschen wurden. Diese Anpassung

der nicht sakralisierten Seite tritt demzufolge bei einseitigen Sakralisationen auf. Liegt eine beidseitige Sakralisation vor, so ist der entsprechende Anpassungsvorgang nicht zu erwarten.

Neben diesen Veränderungen im kranialen Kreuzbeinbereich sind auch im kaudalen Abschnitt Abweichungen von den anatomischen Normalverhältnissen vorhanden. In der ventralen Ansicht (Abb. 14) ist zu erkennen, daß das letzte Sakralsegment im Bereich seines Wirbelkörpers nicht vollständig mit dem übrigen verschmolzen ist. Hier ist anstelle der üblichen Linea transversa ein Spalt (8) zwischen den Wirbelkörpern ausgebildet. Dieser Spalt ist aber nicht durchgängig, so daß keine offene Verbindung zum Wirbelkanal vorhanden ist.

Weiterhin sind die hinteren Kreuzbeinlöcher (Abb. 13/5; 14/5; 17/5; 18/5) derart vergrößert ausgebildet, daß eigentlich eine Differenzierung in dorsale und ventrale Löcher nicht mehr möglich ist, d.h. dorsale und ventrale Löcher fallen in einer Ebene zusammen. Diese Besonderheiten einerseits am Wirbelkörper und andererseits an den Foramina sacralia kommen dadurch zustande, daß beim Präparat D das letzte Sakralsegment eine Tendenz zur Loslosung aus dem Kreuzbeinverband erkennen läßt. Diese Loslosung bezieht sich auch auf die Querfortsätze, so daß die Ausbildung von getrennten dorsalen und ventralen Nervenaustrittsöffnungen nicht mehr erfolgt, da diese getrennte Ausbildung durch die Fusion der einzelnen Segmente der Wirbelbögen und Querfortsätze bedingt wird. Dieses Bestreben der Loslösung ist darüber hinaus auch an der unvollständigen Fusion der hinteren Gelenkfortsätze des 2. Sakralsegments mit den vorderen Gelenkfortsätzen des 3. Sakralsegments erkennbar (Abb. 13).

Zusammenfassend läßt sich für das Auftreten von Übergangswirbeln im Sinne der Sakralisation folgendes feststellen:

Nimmt der letzte Lendenwirbel Eigenschaften des Kreuzbeins an, in dem er zusätzliche ventrale Knochenelelemente unterhalb des Querfortsatzes entwickelt und sich somit an der Artikulation zum Darmbein

beteiligt, so kann man, vom Kreuzbein aus betrachtet, von einer Tendenz zur " Kranialisierung " sprechen. Dies bedeutet, daß die Grenzen eines bestimmten Wirbelsäulenabschnittes das Bestreben haben sich nach kranial zu verschieben. Wenn sich nun, wie oben erläutert, die kraniale Kreuzbeingrenze nach kranial verschiebt, so ist anzunehmen, daß die kaudale Kreuzbeingrenze die gleiche Tendenz erkennen läßt. Genau diese Tendenz ist am Präparat D zu erkennen, in dem das 3. Sakralsegment das Bestreben zeigt, sich aus dem Kreuzbeinverband zu isolieren und an die Schwanzwirbelsäule anzugleichen.

3.2.1.3. Präparate B und C: Kreuzbein sowie Becken mit Kreuzbein (Lumbalisation)

Beim Präparat C (Abb. 19-21) handelt es sich um das Becken mit Kreuzbein eines mittelgroßen Hundes, während Präparat B (Abb. 22-25) das isolierte Kreuzbein eines solchen Hundes darstellt.

An diesen beiden Beispielen sollen Übergangswirbel im Sinne einer Lumbalisation erläutert werden.

Aus Abb. 19 - 21 ist ersichtlich, daß am ersten Sakralsegment sowohl links als auch rechts deutlich ausgebildete Querfortsätze (1) vorhanden sind, die in ihrer Form und Lage an die Querfortsätze der Lendenwirbel erinnern, wobei eine deutlich ausgeprägte Kerbe (Abb. 19/Pfeil) den dorsalen Querfortsatzanteil des Kreuzbeinflügels vom ventralen Anteil trennt.

In der kranialen Ansicht (Abb. 19) ist sehr deutlich zu erkennen, daß die kranialen Gelenkfortsätze des Kreuzbeins (2) vom Kreuzbeinflügel (3) völlig isoliert sind, wodurch zwischen diesen beiden Elementen eine halbkreisförmige Rundung entstanden ist (s.a. Abb.21).

Betrachtet man die Crista sacralis mediana (Abb. 20/4) so stellt man fest, daß sie zwischen dem 1. und 2. Sakralsegment unterbrochen ist, d.h. der Dornfortsatz des 1. Sakralsegments ist isoliert, sein Abstand zum Dornfortsatz des 2. Sakralsegments ist vergrößert gegenüber dem Abstand des Dornfortsatzes des 2. Sakralsegments zum Dornfortsatz des 3. Sakralsegments.

Weiterhin zeigt die dorsale Ansicht des Präparates C (Abb.20) sehr deutlich, wie im Bereich der vorderen dorsalen Kreuzbeinlöcher (5) eine Tendenz zur Isolierung des 1. Sakralsegments aus dem Kreuzbein zu erkennen ist. Hier sind die Nervenaustrittsöffnungen erheblich vergrößert, insbesondere bilden sie hier keine kreisrunden Öffnungen mehr, sondern nach lateral geöffnete Spalten, so daß teilweise schon eine Trennung im Bereich der Querfortsatzanteile des Kreuzbeins zu erkennen ist (6).

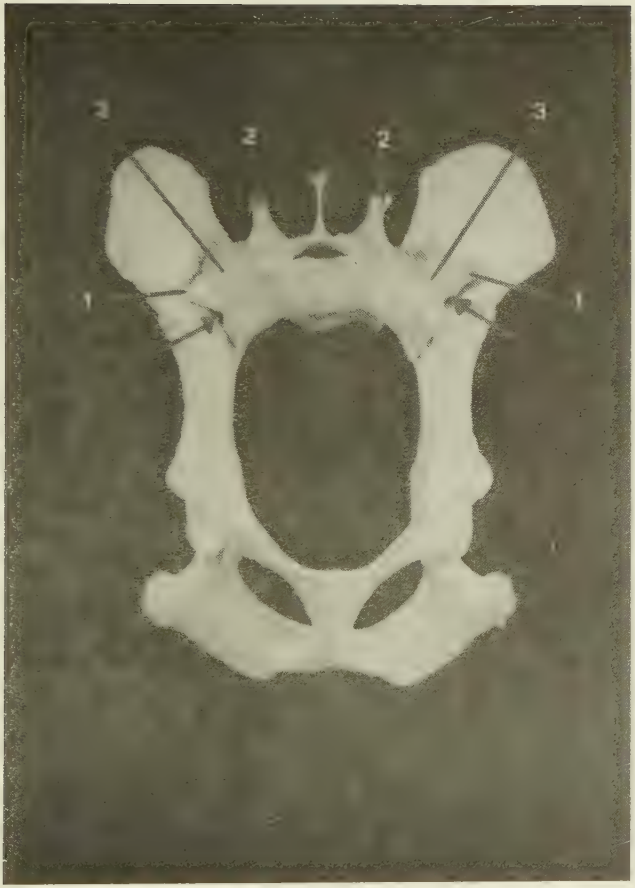

Abb. 19. Kreuzbein, lumbalisiert; kraniale Ansicht
1 Querfortsatz; 2 Gelenkfortsatz; 3 Kreuzbeinflügel

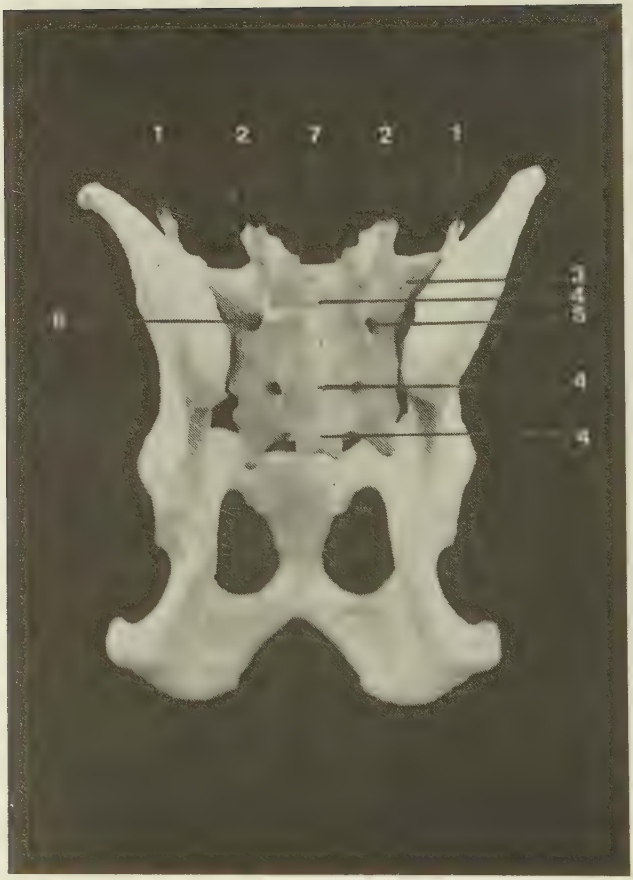

Abb. 20. Kreuzbein, lumbalisiert; dorsale Ansicht
1 Querfortsatz; 2 vorderer Gelenkfortsatz; 3 Kreuzbeinflügel; 4 Dornfortsätze; 5 For. sacr. dors. cran.; 6 Trennungsstelle; 7 For. interarcuale lumbosacrale (Kreuzbeinanteil)

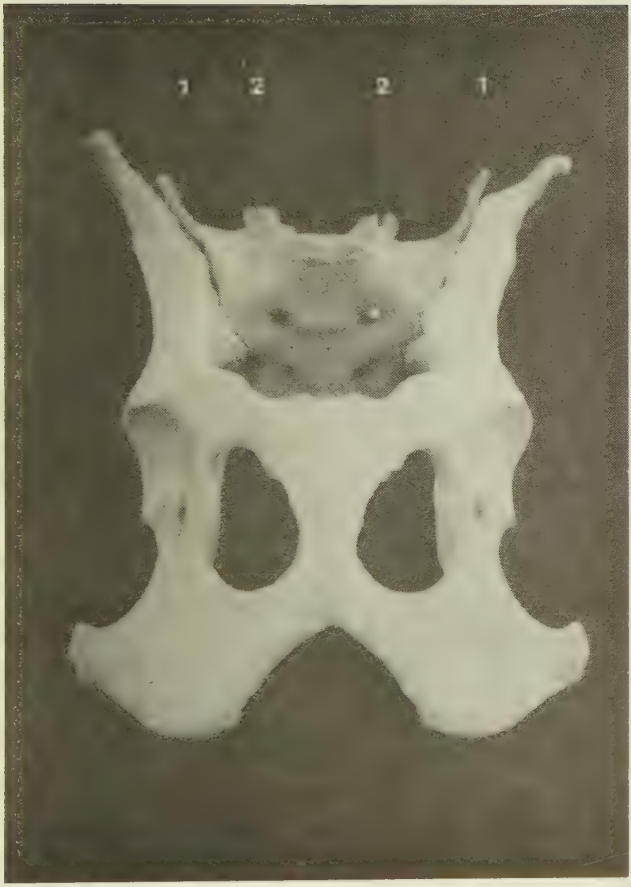

Abb. 21. Kreuzbein, lumbalisiert; ventrale Ansicht
1 Querfortsatz; 2 vorderer Gelenkfortsatz

Beim Präparat B (Abb. 22-25) liegen grundsätzlich ähnliche Verhältnisse vor, wie beim Kreuzbein des Präparates C. Besonderheiten bestehen insofern, als die Querfortsätze des 1. Sakralsegments (Abb. 22,23,25/1) unterschiedlich stark ausgebildet sind, d.h. auf der rechten Seite ist der Querfortsatz nur angedeutet.

Dafür zeigt dieses Präparat ein sehr klares Indiz für das Isolierungsbestreben, nämlich eine Spaltbildung (Abb.23/6) im Bereich der Fusionsstelle der Wirbelkörper des 1. und 2. Sakralsegments. Auch die Abstandsänderung der Dornfortsätze (Abb. 22/4) ist deutlich ausgeprägt.

Linkerseits ist das vordere Kreuzbeinloch (Abb. 22/5) von dorsal her gar nicht mehr sichtbar, weil auf dieser Seite durch das Loslösungsbestreben ein tiefer, nach lateral gerichteter Nervenkanal entstanden ist, der zudem durch die angedeutete Trennung und Vergrößerung des kaudalen Gelenkfortsatzes des 1. Sakralsegments sowie des kranialen Gelenkfortsatzes des 2. Sakralsegments von dorsal her überdeckt wird.

Da es sich beim Präparat B um ein isoliertes Kreuzbein handelt, lassen sich hier die Veränderungen des Kreuzbeinflügels bzw. dessen Gelenkfläche (Abb.24/3) besser beschreiben als am Präparat C.

Man erkennt auf Abb. 24, daß durch die Isolation von Querfortsatzanteil (1) und Gelenkfortsatzanteil (2) im dorsalen Bereich des Kreuzbeinflügels eine erhebliche Verringerung der Gelenkfläche (3), insbesondere des syndesmotischen Anteils erfolgt. Betrachtet man aber die Ausbildung des ventralen Abschnittes des Kreuzbeinflügels (Abb. 25/8), so ist hier eine erhebliche Größenzunahme gegenüber den Normalverhältnissen zu erkennen. Die Gelenkfläche läßt sich auch hier, wie beim Präparat A (Normalverhältnisse), in Form eines Dreiecks darstellen mit dem Unterschied, daß infolge der dorsalen Reduktion und der ventralen Kompensation die Spitze des Dreiecks nach ventral zeigt und somit die Basis horizontal in Höhe des Querfortsatzes verläuft.

Abb. 22. Kreuzbein, lumbalisiert;
dorsale Ansicht

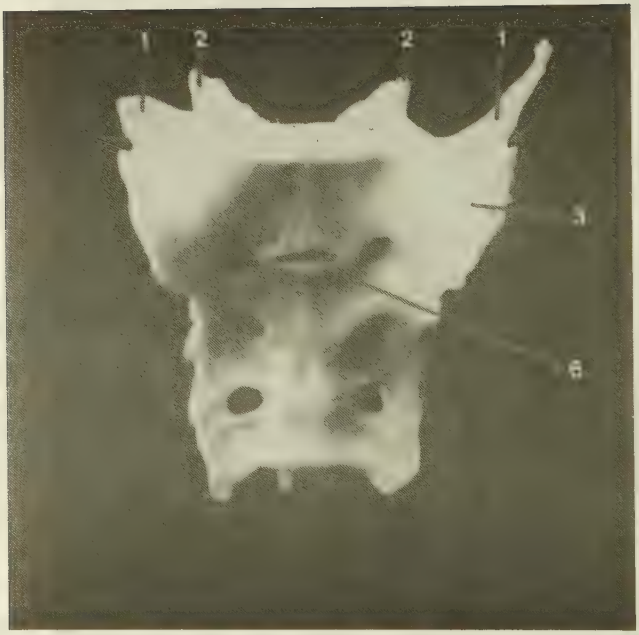

Abb. 23. Kreuzbein, lumbalisiert;
ventrale Ansicht

Abb. 24. Kreuzbein, lumbalisiert;
kaudolaterale Ansicht

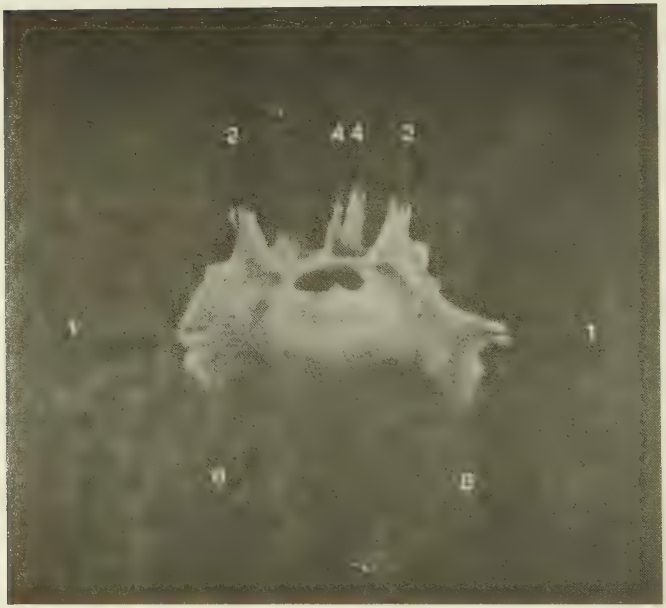

Abb. 25. Kreuzbein, lumbalisiert;
kraniale Ansicht

Abbildung 22 - 25

1 Querfortsatz; 2 vorderer Gelenkfortsatz; 3 Kreuzbeinflügel; 4 Dornfortsätze (Crista sacralis mediana); 5 Forr. sacrr.; 6 Trennung zwischen 1. und 2. Sakralsegment; 7 For. interarcuale lumbosacrale, Kreuzbeinanteil; 8 Kreuzbeinflügel, „ ventrales Seitenteil ".

Fertigt man von der kranialen Ansicht eine Umrißzeichnung an und zeichnet auch hier die beim Präparat A näher beschriebenen Hilfslinien ein, so ergibt sich das in Abb. 26 dargestellte Bild.

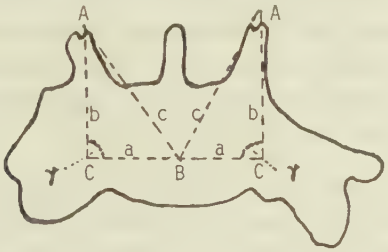

Abb. 26. Umriß, Kreuzbein, lumbalisiert; kraniale Ansicht

Vergleicht man die Abb. 11,12 und 26 bezüglich des Verlaufs der Orientierungslinien, so stellt man fest, daß beim Präparat B eine deutliche Richtungsabweichung der Linien b und c gegenüber den entsprechenden Linien am Präparat A (Abb. 11) vorliegt. Die Linie b geht beim Präparat B in eine Senkrechte über, während die Linie c steiler wird, d.h. diese beiden Linien nähern sich in ihrer Verlaufsrichtung an die Verhältnisse des normalen Lendenwirbels (Abb. 12) an.

Setzt man voraus, daß beim Entstehen von Übergangswirbeln der Wirbelkörper, der ein eigenes, unabhängiges Verknocherungszentrum besitzt, keinen Veränderungen unterliegt und somit als fester Bezugspunkt gelten kann, so laßt sich die Richtungsänderung der Hilfslinien wie folgt erklären:

Beim lumbalisierten Kreuzbein spalten sich, wie weiter oben schon erläutert, die vorderen Gelenkfortsätze vom eigentlichen Querfortsatzanteil ab und entwickeln sich ähnlich wie beim Lendenwirbel weiter medial, bezogen auf die Lage des Wirbelkörpers (s. Linie b). Dies hat zur Folge, daß die Linie c, die in etwa die Lage der Gelenkflächen angibt, steiler wird und somit die Gelenkflächen eine mehr sagittale Richtung wie beim normalen Lendenwirbel (Abb. 12) annehmen. Als

mögliche Folge dieser Annäherung der vorderen Gelenkfortsätze an die Verhältnisse des Lendenwirbels wäre denkbar, daß sich hierdurch auch das Foramen interarcuale lumbosacrale in seiner Weite an die Verhältnisse der Lendenwirbelsäule anpaßt und somit enger wird, da die besondere Weite dieses Foramens, zumindest die des Kreuzbeinanteils, durch die normalerweise weit lateral gelegenen kranialen Gelenkfortsätze ermöglicht wird. Diese Verengungstendenz ist auch beim Präparat B (Abb. 20/7) zu erkennen.

Darüber hinaus ist die Medialverlagerung der vorderen Gelenkfortsätze des Kreuzbeins auch aus dem Vergleich der Dorsalansichten der Präparate A, B und C zu erkennen. Am normalen Kreuzbein liegen die vorderen Gelenkfortsätze des 1. Kreuzbeinsegments deutlich lateral von den hinteren, rudimentären Gelenkfortsätzen, während an den lumbalisierten Kreuzbeinen die kranialen Gelenkfortsätze annähernd gleich weit medial liegen wie die rudimentären, teilweise aufgespaltenen hinteren Gelenkfortsätze.

Zusammenfassend läßt sich zum Übergangswirbel im Sinne der Lumbalisation folgendes feststellen:

Das 1. Sakralsegment zeigt durch die mehr oder weniger starke Ausbildung von morphologischen Eigenschaften, die eigentlich dem Lendenwirbel zuzuschreiben sind, eine Tendenz zur Isolierung. Dies bedeutet, daß die kraniale Kreuzbeingrenze das Bestreben einer Kaudalverschiebung erkennen läßt, wobei auch in diesem Falle, analog zur Sakralisation, die kaudale Kreuzbeingrenze ebenfalls einer Kaudalverschiebung unterliegen kann.

Betrachtet man Abb. 22, so stellt man fest, daß, zumindest beim Präparat B, genau diese Kaudalverschiebung der Kaudalgrenze erfolgte. Die kaudale Kreuzbeingrenze des Präparates B ist nämlich die Facies terminalis caudalis des 1. Schwanzwirbels, der in diesem Falle vollständig mit dem Kreuzbein verschmolzen ist. Es sind somit insgesamt sechs Kreuzbeinlöcher vorhanden, und die Crista sacralis mediana besteht insgesamt aus vier Dornfortsätzen.

3.2.2. Auswertung der HD-Röntgenaufnahmen

3.2.2.1. Beurteilbarkeit der Röntgenaufnahmen

Die Beurteilbarkeit der Röntgenaufnahmen der einzelnen Rassen war sehr unterschiedlich.

Es galten die folgenden Forderungen:

a) einwandfreie technische Qualität
b) der letzte Lendenwirbel mußte vollständig abgebildet sein

Die folgende Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse bei den einzelnen Rassen.

Tabelle 4: Beurteilbarkeit der Röntgenaufnahmen

Rasse	Gesamtzahl der Röntgen-aufnahmen	beurteilbar	Beurteilbar-keit %
Deutscher Schäferhund	6758	5682	84,1
Boxer	3754	3300	87,9
Cocker Spaniel	1409	1315	93,3
Bobtail	770	624	81,0
Leonberger	654	479	73,2
Sibirischer Husky	562	486	86,5
Airedale Terrier	481	448	93,1
Alaskan Malamute	111	90	81,1
Samojede	81	73	90,1
Rhodesian Ridgeback	38	24	63,2

Wie aus Tabelle 4 ersichtlich, liegt die Beurteilbarkeit zwischen 93,3 % beim Cocker Spaniel und 73,2 % beim Leonberger (die Rasse Rhodesian Ridgeback blieb wegen ihres geringen Umfangs unberücksichtigt). Es fällt auf, daß die Beurteilbarkeit mit zunehmender Größe der Tiere abnimmt. Während die Beurteilbarkeit bei den mittelgroßen Rassen in etwa ähnlich ist, liegt sie bei den kleinwüchsigen

Rassen deutlich höher, bei den großwüchsigen Rassen deutlich niedriger. Dieses Ergebnis wird in erster Linie durch die Forderung b) bestimmt, da für die Anfertigung von HD-Röntgenaufnahmen in aller Regel Röntgenfilme vom Format 30x40 cm verwendet werden. Aus diesem Grunde war es bei den großwüchsigen Rassen häufiger der Fall, daß der letzte Lendenwirbel nicht oder nicht vollständig abgebildet war, während für die Forderung a) (Qualität) keine rassespezifischen Unterschiede zu erkennen waren. Hier waren die Hauptgründe für die Nichtbeurteilbarkeit; Über- oder Unterbelichtung sowie unzureichende Ausfixierung der Röntgenaufnahmen.

3.2.2.2. Röntgenologische Darstellung

3.2.2.2.1. Normalverhältnisse der Lumbosakralregion

Die röntgenologische Darstellung der Normalverhältnisse der Lumbosakralregion ist in der Umrißzeichnung (Abb. 27) wiedergegeben.

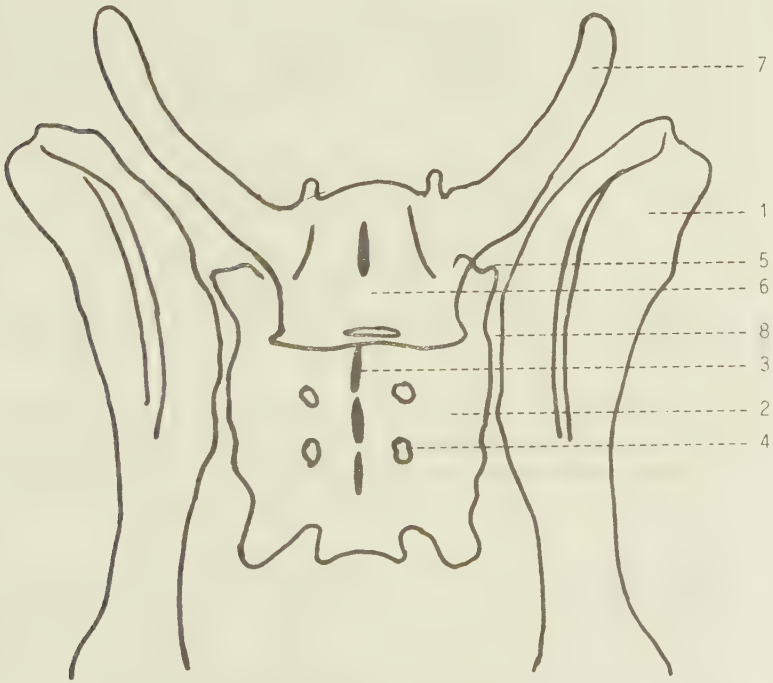

Abb. 27. Lumbosakralregion, Normalverhältnisse
1 Darmbeinschaufel; 2 Kreuzbein; 3 Dornfortsätze (Crista sacralis); 4 Forr. sacrr.; 5 kraniale Kreuzbeinbegrenzung (Kreuzbeinflügel); 6 letzter Lendenwirbel; 7 Querfortsatz des letzten Lendenwirbels; 8 Kreuz-Darmbeingelenk

Bei Abb. 27 handelt es sich um die Zeichnung der Röntgenaufnahme eines weiblichen Bobtails im Alter von 16 Monaten. Die Darmbeinschaufeln (1), das Kreuzbein (2) sowie der letzte Lendenwirbel (6) sind vollständig abgebildet. Am Kreuzbein ist die regelmäßige Anordnung der Dornfortsätze zur Crista sacralis mediana (3) zu erkennen, d.h. die Dornfortsätze weisen annähernd konstante Abstände zueinander auf. Sämtliche Kreuzbeinlöcher (4) sind sichtbar und regelmäßig angeordnet. Die kraniale Kreuzbeinbegrenzung (5) verläuft horizontal und stellt einen ebenen Abschluß dar. Der letzte Lendenwirbel (6) ist regelmäßig ausgebildet, seine Querfortsätze verlaufen symmetrisch in kraniolateraler Richtung. Das zwischen Kreuzbein und Darmbeinschaufel befindliche Iliosakralgelenk ist gut ausgeprägt und deutlich sichtbar.

3.2.2.2.2. Lumbosakrale Übergangswirbel im Röntgenbild

3.2.2.2.2.1. Übergangswirbel im Sinne einer Sakralisation

In den Abb. 28 und 29 sind zwei verschiedene Arten von Sakralisation dargestellt.

Bei der in Abb. 28 dargestellten Zeichnung handelt es sich um ein Beispiel eines lumbosakralen Übergangswirbel im Sinne einer einseitigen Sakralisation. Die Zeichnung zeigt die Lumbosakralregion eines 14 Monate alten, weiblichen Deutschen Schäferhundes.

Das Kreuzbein dieses Hundes ist, soweit aus der Röntgenaufnahme ersichtlich, normal ausgebildet. Sowohl die Crista sacralis mediana als auch die Kreuzbeinlöcher sind deutlich zu erkennen. Die Abstände der Dornfortsätze des Kreuzbeins sind nahezu konstant. Am letzten Lendenwirbel ist auf der rechten Seite ein normaler Querfortsatz ausgebildet, während der linke Querfortsatz (2) deutlich von der Normalform abweicht.

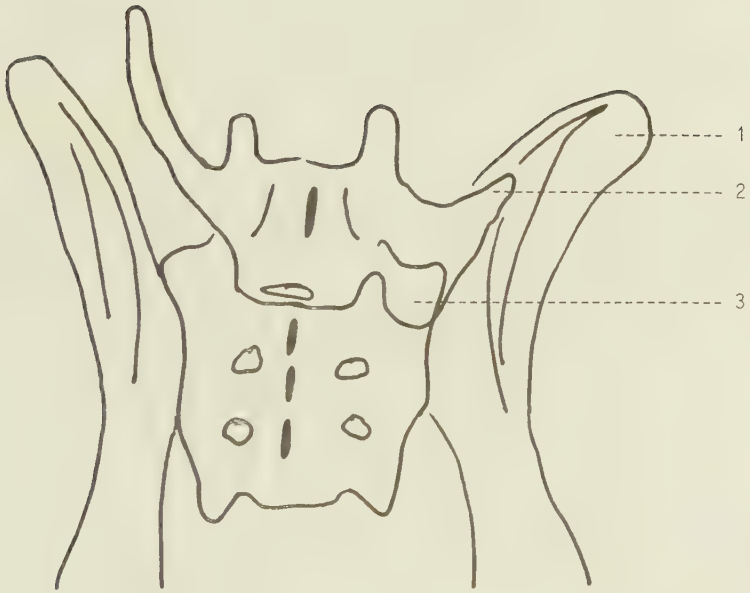

Abb. 28. Sakralisation, einseitig, links

Abb. 29. Sakralisation, beidseitig

Abbildung 28 und 29

1 Darmbeinschaufel; 2 veränderter Querfortsatz; 3 „ ventrales Seitenteil "

Er ist einerseits wesentlich verkürzt und zeigt andererseits in seinem kaudalen Bereich eine abnorme Zubildung (3), bei der es sich wahrscheinlich um sein sogenanntes „ ventrale Seitenteil " handeln dürfte. Dieser veränderte Querfortsatz hat Kontakt zur linken Darmbeinschaufel (1) aufgenommen. Diese Darmbeinschaufel zeigt in der Rontgenaufnahme eine deutliche Asymmetrie gegenüber der rechten Darmbeinschaufel. Es scheint, als ob auf der linken Seite die Darmbeinschaufel durch den abnormen Lendenwirbelquerfortsatz weit nach lateral gedrückt wird.

Die Abb. 29 zeigt die Lumbosakralregion eines 12 Monate alten, weiblichen Bobtails. Das Kreuzbein ist regelmäßig ausgebildet. Der letzte Lendenwirbel ist jedoch fast nicht mehr als solcher zu erkennen. Seine beiden Querfortsätze (2) sind vollig verkümmert, dafür sind kaudal am Querfortsatz (entspricht im anatomischen Präparat wahrscheinlich ventral) massive Zubildungen (3) zu erkennen. Auch hierbei dürfte es sich vermutlich um „ ventrale Seitenteile " handeln. Hierdurch wird eine zusätzliche, wahrscheinlich gelenkige Verbindung zum Darmbein hergestellt. Ob auch hier, wie in Abb. 28, durch die Veränderungen am letzten Lendenwirbel eine Auswirkung auf die Stellung der Darmbeinschaufeln vorliegt, kann anhand der Rontgenaufnahme nicht beurteilt werden, da die Veranderungen bilateral nahezu symmetrisch sind. Vergleicht man die Darmbeinschaufeln dieses Tieres, das eine beidseitige Sakralisation zeigt, mit den Normalverhältnissen (Abb.27), so erkennt man, daß die Darmbeinschaufeln verbreitert erscheinen und ihre kranialen Enden mehr nach lateral gerichtet sind, so daß auch hier vermutlich eine Verformung der Darmbeinschaufeln durch den lumbosakralen Übergangswirbel im Sinne einer Sakralisation hervorgerufen wird.

3.2.2.2.2.2. Übergangswirbel im Sinne einer Lumbalisation

Die Abb. 30-33 zeigen die verschiedenen Formen von lumbosakralen Übergangswirbeln im Sinne einer Lumbalisation.

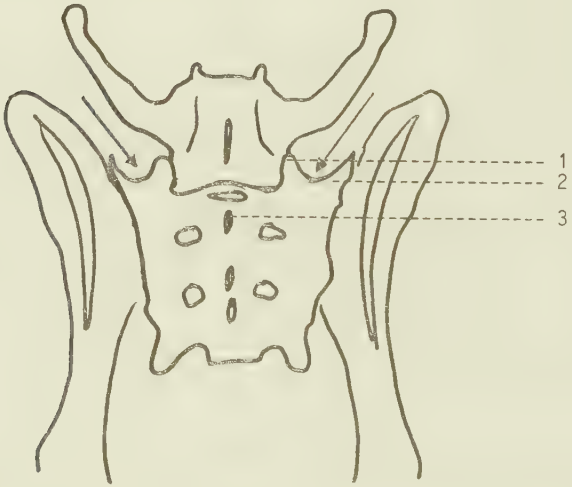

Abb. 30. Lumbalisation, Form A

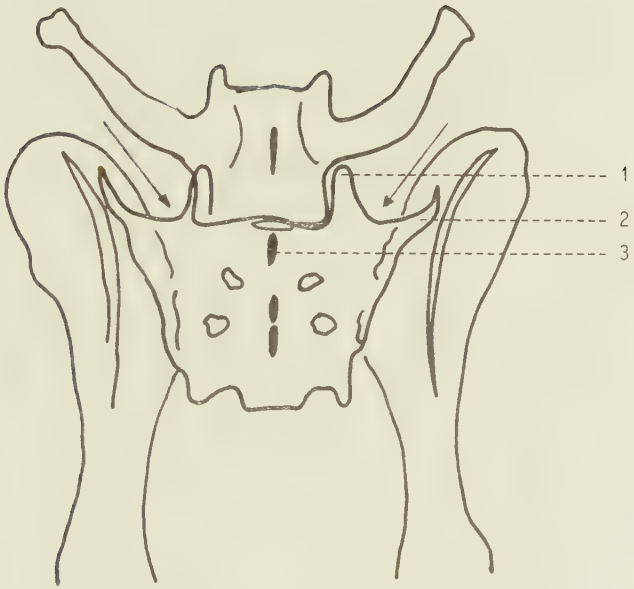

Abb. 31. Lumbalisation, Form B

Abbildung 30 und 31

1 vorderer Gelenkfortsatz; 2 Querfortsatz; 3 Dornfortsatz

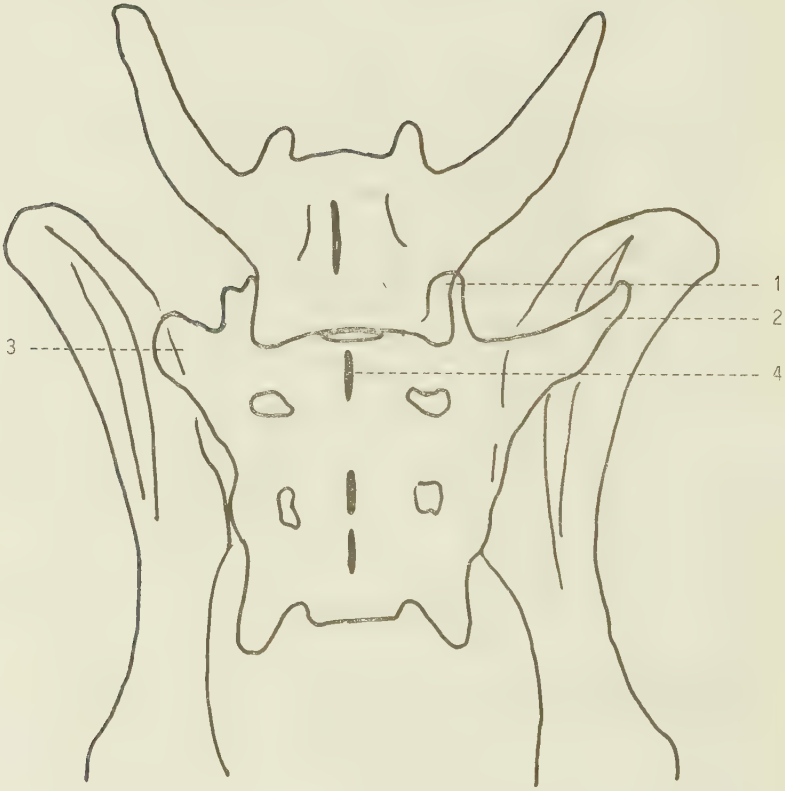

Abb. 32. Lumbalisation, Form A/B

Abbildung 32

1 vorderer Gelenkfortsatz; 2 linker Querfortsatz; 3 rechter Querfortsatz; 4 Dornfortsatz

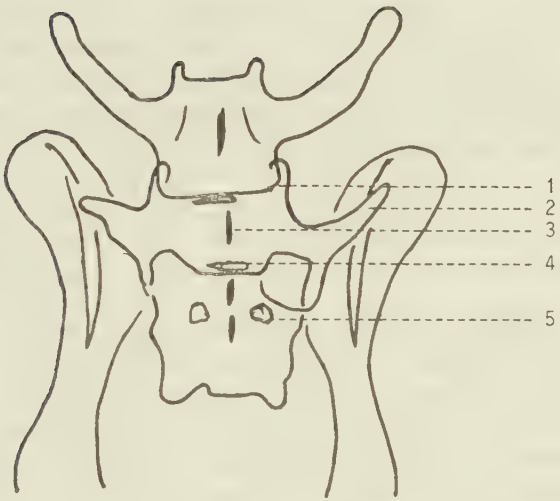

Abb. 33. Lumbalisation, Form C

1 vorderer Gelenkfortsatz; 2 Querfortsatz; 3 Dornfortsatz; 4 Spalt; 5 For. sacrale

In Abb. 30 sind die Umrisse der Lumbosakralregion einer fast 5-jahrigen Cocker Spanielhündin dargestellt. Es ist zu erkennen, daß sich der erste Dornfortsatz des Kreuzbeins (3) aus der Crista sacralis gelöst hat. Sein Abstand zum zweiten Dornfortsatz ist deutlich größer als der des zweiten zum dritten. Weiterhin ist ersichtlich, daß an der kranialen Kreuzbeinbegrenzung kleine Querfortsätze (2) ausgebildet sind. Deutlich ausgebildet sind auch die kranialen Gelenkfortsätze (1), so daß die kraniale Kreuzbeinbegrenzung nicht eben und horizontal verläuft (vergl. Abb. 27 Normalverhältnisse). Durch die Ausbildung von Querfortsatz und kranialem Gelenkfortsatz ist zwischen diesen beiden Elementen eine weite Einbuchtung (s.Pfeil) entstanden. Diese Einbuchtung zeigt die für die Lumbalisation typische Aufspaltung des Kreuzbeinflügels in den Gelenkfortsatzanteil und den Querfortsatzanteil, wie am anatomischen Präparat bereits beschrieben.

Die Abb. 31 stammt von einem 18 Monate alten Cocker Spanielrüden. Im Wesentlichen gleicht sie der Abb. 30, nur daß bei diesem Beispiel eine deutlichere Ausbildung der Querfortsätze (2) vorliegt. Hierdurch wird die Aufspaltung des Kreuzbeinflügels in Quer- und Gelenkfortsatzanteil deutlicher hervorgehoben (s. Pfeil).

Die Abb. 32 stammt von einem Schäferhundrüden, 12 Monate alt. Hier liegt eine Mischform vor. Auf der rechten Seite ist der Querfortsatz angedeutet (3), auf der linken Seite ist er deutlich ausgebildet (2).

Die Abb. 33 zeigt die Umrisse der Lumbosakralregion eines 18 Monate alten weiblichen Cocker Spaniels. Auch hier sind deutliche Querfortsätze am ersten Sakralsegment ausgebildet. Darüber hinaus zeigt dieses Beispiel eine fortgeschrittene Ablösungstendenz am ersten Sakralsegment. Neben der völligen Loslösung des ersten Dornfortsatzes (3) aus der Crista sacralis ist die Ablösung des gesamten ersten Kreuzwirbels aus dem Kreuzbein zu erkennen. Es ist hier einerseits die Ausbildung eines Spalts (4) zwischen den Wirbelkörpern des ersten und zweiten Sakralsegments zu erkennen, andererseits zeigt sich die völlige Isolation durch die deutlich sichtbaren Umrisse im kaudalen Bereich des ersten Sakralsegment bzw. durch die sichtbaren kranialen Umrisse des zweiten Sakralsegments. Der Kreuzbeinverbund, der hier nur noch zwei Forr. sacralia (5) besitzt, besteht somit nur mehr aus zwei Segmenten. Dies ist gleichzeitig das Hauptkriterium für diese Form des lumbosakralen Übergangswirbels.

3.2.2.2.2.3. Nebenbefunde bei der Beurteilung der Röntgenaufnahmen

Die Abb. 34 zeigt die Umrißzeichnung der Lumbosakralregion einer 14 Monate alten Boxerhündin. Das Kreuzbein ist im kranialen Bereich normal ausgebildet. Auch der letzte Lendenwirbel zeigt keine Abweichung von den Normalverhältnissen. Auffällig ist aber, daß im linken kaudalen Bereich des Kreuzbeins eine abnorme Zubildung (3) vorhanden ist. Diese Zubildung, die vermutlich Kontakt zum Darmbein besitzt, ist derart ausgebildet, daß selbst am Darmbein eine Deformation bewirkt wird. Hierdurch entsteht eine Asymmetrie im

Bereich des Beckenrings (4), weswegen man diese Deformation auch als „ Beckenring Anomalie " bezeichnen könnte. Da für diese Veränderung kein anatomisches Präparat vorlag, kann diese Anomalie nur an Hand der Röntgenaufnahme erläutert werden. Aufgrund der Lage dieser Zubildung am Kreuzbein und deren Beziehung zum Darmbein könnte es sich hierbei um die verstärkte Ausbildung eines „ ventralen Seitenteils " handeln.

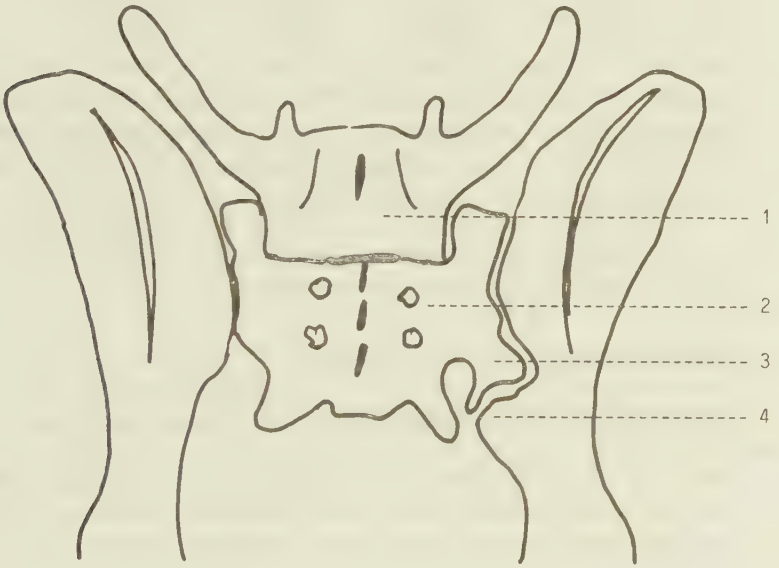

Abb. 34. „ Beckenring Anomalie "
1 letzter Lendenwirbel; 2 Kreuzbein; 3 Zubildung; 4 Beckendeformation

Dieses Seitenteil, das den größten Teil der gelenkigen Verbindung zum Darmbein herstellt, ist normalerweise nur im Bereich des ersten Sakralsegments starkt ausgebildet (vergl. anatomische Präparate). Es ist denkbar, daß im vorliegenden Fall auch eine Ausbildung dieses „ ventralen Seitenteils " am zweiten oder auch dritten Sakralsegment

vorliegt. Da dieses „ ventrale Seitenteil " für das Zustandekommen der Iliosakralverbindung von großer Bedeutung ist, ist anzunehmen, daß im vorliegenden Fall die Iliosakralverbindung auf der linken Seite weiter nach kaudal reicht und somit am Darmbein die aus der Zeichnung ersichtliche Deformation induziert. (Vergl. Sakralisation; auch hier entsteht eine zusätzliche Iliosakralverbindung durch den Kontakt des zusätzlichen „ ventralen Seitenteils " des letzten Lendenwirbels mit dem Kreuzbein).

Eine solche „ Beckenring Anomalie " ist auch am Präparat C (Abb. 19) angedeutet, wo auf der linken Seite, ebenfalls durch eine verstärkte Ausbildung des „ ventralen Seitenteils " (allerdings hier im Zusammenhang mit einer Lumbalisation), eine leichte Asymmetrie im Beckenring gegenüber der rechten Seite festzustellen ist.

Abschließend ist noch anzumerken, daß diese „ Beckenring Anomalie " vorwiegend bei der Rasse Boxer beobachtet wurde.

3.2.2.3. Schematische Darstellung

3.2.2.3.1. Lumbosakrale Übergangswirbel im Sinne der Sakralisation

Unter ausschließlicher Berücksichtigung der auf der Röntgenaufnahme erkennbaren Veränderungen läßt sich der lumbosakrale Übergangswirbel im Sinne einer Sakralisation wie folgt definieren und darstellen:

Eine einseitige Sakralisation liegt vor, wenn der letzte Lendenwirbel, ausgehend von seinen Querfortsätzen, einen einseitigen Kontakt zum Darmbein aufnimmt und sich somit in dieser Beziehung wie ein Kreuzwirbel verhält.

Eine beidseitige Sakralisation liegt vor, wenn diese Kontaktaufnahme beiderseits vorhanden ist.

Diese Bedingungen sind in Abb. 35 schematisch dargestellt.

Unter Einbezug der Ergebnisse aus den Beschreibungen der anatomischen

Präparate A und D ergibt sich die aus Abb. 36 ersichtliche schematische Darstellung.

Hier zeichnet sich der lumbosakrale Übergangswirbel im Sinne einer Sakralisation, in seiner kranialen Ansicht, durch das Hinzutreten von ein- oder beidseitigen „ ventralen Seitenteilen " aus.

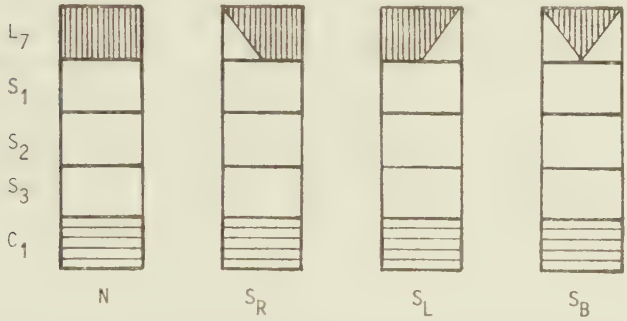

Abb. 35. Sakralisation, Schematische Darstellung, ventrale Ansicht
L_7: 7. Lendenwirbel; S_1: 1. Sakralsegment; S_2: 2. Sakralsegment
S_3: 3. Sakralsegment; C_1: 1. Schwanzwirbel; N: Normalverhältnisse
S_R: Sakralisation einseitig rechts; S_L: Sakralisation einseitig links;
S_B: Sakralisation beidseitig.

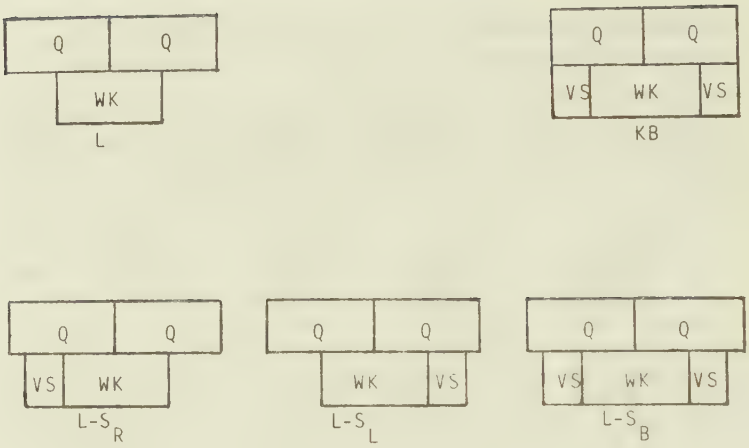

Abb. 36. Sakralisation, Schematische Darstellung, kraniale Ansicht
L: normaler Lendenwirbel; KB: normales Kreuzbein; L-S_R: Lendenwirbel, Sakralisation einseitig rechts; L-S_L: Lendenwirbel, Sakralisation einseitig links; L-S_B: Lendenwirbel, Sakralisation beidseitig; Q: Querfortsatz; VS: ventrales Seitenteil; WK; Wirbelkörper.

3.2.2.3.2. Lumbosakrale Übergangswirbel im Sinne der Lumbalisation

Unter ausschließlicher Berücksichtigung der röntgenologisch feststellbaren Veränderungen läßt sich der lumbosakrale Übergangswirbel im Sinne der Lumbalisation wie folgt definieren und darstellen:

Eine Lumbalisation der Form A liegt vor, wenn am kranialen Kreuzbeinrand kleine Querfortsätze ausgebildet und kraniale Gelenkfortsätze angedeutet sind. Beide Knochenteile sind nicht mit einander fusioniert. Zwischen diesen Knochenteilen ist röntgenologisch eine bogenförmige Verbindungslinie zu erkennen.

Der Dornfortsatz des ersten Sakralsegments ist aus der Crista sacralis isoliert. Sein Abstand zu dem des zweiten Sakralsegments ist deutlich größer als der des zweiten zum dritten.

Eine Lumbalisation der Form B liegt vor, wenn die Querfortsätze am Kreuzbein nicht nur angedeutet sind, sondern in ihrer Form und Größe annähernd denen der Lendenwirbel entsprechen. Darüber hinaus gelten auch hier die bereits bei der Form A beschriebenen Kriterien.

Die Lumbalisation der Form A/B stellt eine aus Form A und B kombinierte Form dar.

Für die Lumbalisation der Form C gilt im Wesentlichen die unter Form B beschriebene Definition. Das Hauptkriterium ist aber hier die röntgenologisch feststellbare Ausbildung eines Spalts zwischen den Wirbelkörpern des ersten und des zweiten Sakralsegments. Hierdurch wird eine völlige Ablösung dieses Segments angedeutet.

Die Abb. 37 zeigt die verschiedenen Formen von Lumbalisation in schematischer Darstellung.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Beschreibung der anatomischen Präparate A, B und C ergibt sich die aus Abb. 38 ersichtliche schematische Darstellung.

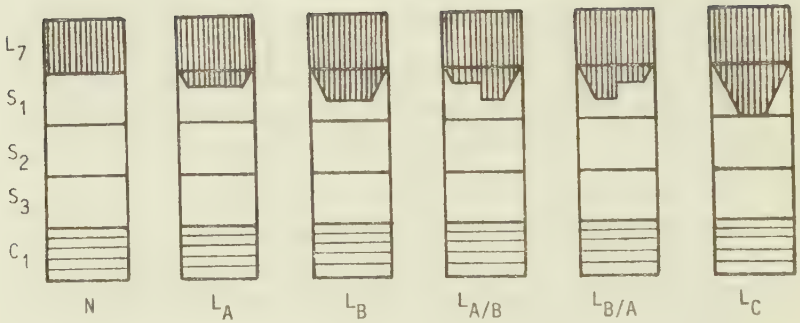

Abb. 37. Lumbalisation, Schematische Darstellung, ventrale Ansicht
L_7: 7. Lendenwirbel; S_1: 1. Sakralsegment; S_2: 2. Sakralsegment; S_3: 3. Sakralsegment; C_1: 1. Schwanzwirbel; N: Normalverhältnisse; L_A: Lumbalisation Form A; L_B: Lumbalisation Form B; $L_{a/B}$: Lumbalisation Form A/B; $L_{B/A}$: Lumbalisation Form B/A; L_C: Lumbalisation Form C.

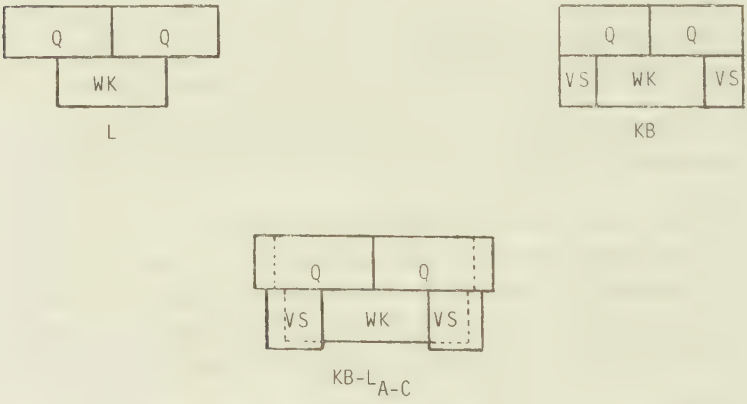

Abb. 38. Lumbalisation, Schematische Darstellung, kraniale Ansicht
L: normaler Lendenwirbel; KB: normales Kreuzbein; KB-L_{A-C}: Kreuzbein, Lumbalisation Form A-C; Q: Querfortsatz; VS: ventrales Seitenteil; WK: Wirbelkörper.

In Abb. 38 ist ein wichtiges Kriterium, die Variation der Querfortsatzgröße, beim lumbalisierten Kreuzbein dargestellt. Weiterhin ist ersichtlich, daß diese Form von Übergangswirbel nie einseitig auftritt und die „ ventralen Seitenteile ", die ebenfalls in ihrer Größe variieren können, stets vorhanden sind. Diese Feststellung ist sehr wichtig, denn es ergibt sich hieraus, daß die im Rahmen dieser Arbeit beschriebenen Übergangswirbel im Sinne einer Lumbalisation nicht als Umkehrung der Übergangswirbel im Sinne einer Sakralisation aufgefaßt werden können.

Während bei der einen Form (Sakralisation) ein zusätzliches, ein- oder beidseitiges ventrales Knochenelement zwischen Querfortsatz und Wirbelkörper des letzten Lendenwirbels auftritt, handelt es sich bei der anderen Form (Lumbalisation) nicht um das Fehlen dieses Knochenelements am Kreuzbein, sondern um eine Variation die vorwiegend die Querfortsatzelemente des Kreuzbeins betrifft. Hieraus ergibt sich, daß bei der Lumbalisation, unabhängig davon, in welcher Form (A, B oder C) sie auftritt, der Kontakt des Kreuzbeins zum Darmbein stets aufrecht erhalten bleibt. Wäre die Lumbalisation die einfache Umkehr der Sakralisation, wo eine zusätzliche Kontaktaufnahme des letzten Lendenwirbels zum Darmbein erfolgt, so müßte die Lumbalisation durch den Verlust dieses Kontaktes zwischen Kreuzbein und Darmbein charakterisiert sein. Diese Nichtumkehrbarkeit der beiden Formen von lumbosakralen Übergangswirbeln steht möglicherweise in ursächlichem Zusammenhang mit dem stets beidseitigen Auftreten der Variationen im Sinne der Lumbalisation.

3.2.2.4. Lumbosakrale Übergangswirbel bei den einzelnen Rassen

3.2.2.4.1. Häufigkeit bei den einzelnen Rassen

Die bei der Beurteilung der Röntgenaufnahmen festgestellten Häufigkeiten des Auftretens von lumbosakralen Übergangswirbeln bei den einzelnen Rassen sind in den folgenden Tabellen 5 - 14 zusammenfassend dargestellt. Die Gesamtergebnisse, d.h. die Aufgliederung der einzelnen Formen von lumbosakralen Übergangswirbeln, sind aus den Tabellen

'6 - 25 des tabellarischen Anhangs zu entnehmen. Aus diesen Tabellen ist auch die Verteilung der verschiedenen Formen von lumbosakralen Übergangswirbeln auf die einzelnen HD-Grade zu entnehmen. Die Daten bezüglich der HD wurden aus den Begleitdokumenten der Röntgenaufnahmen entnommen.

Deutscher Schäferhund

Tabelle 5:

	♀	♂	>	<
N	5682	632	114	518
M	2842	271	44	227
W	2840	361	70	291

B : beurteilbar
ÜW : Übergangswirbel
S : Sakralisation
L : Lumbalisation

N : Gesamtanzahl
M : männlich
W : weiblich

Von insgesamt 5682 Tieren zeigten 632 Tiere (11,1 %) lumbosakrale Übergangswirbel. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus Tabelle 16 ist beim Deutschen Schäferhund auffällig, daß ein gehäuftes Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln im Sinne einer Lumbalisation vorliegt. Von den 632 Tieren mit lumbosakralen Übergangswirbeln zeigten 114 Tiere Veränderungen im Sinne einer Sakralisation und 518 Tiere Veränderungen im Sinne einer Lumbalisation. Unter den Tieren mit einer Lumbalisation überwiegt deutlich die Form 4, während bei der Sakralisation die einseitigen Formen überwiegen. Eine Tendenz, daß bei den schweren HD-Grossen eine Häufung von lumbosakralen Übergangswirbeln vorliegt, ist aus den angegebenen Tabellen nicht zu erkennen.

Boxer

Tabelle 6:

	B	ÜW	S	L
G	3300	167	85	82
M	1492	85	43	42
W	1808	82	40	42

Symbole: siehe Tabelle 5

Beim Boxer zeigten von insgesamt 3300 Tieren 167 Tiere (5,1 %) lumbosakrale Übergangswirbel. Die Formen Sakralisation und Lumbalisation treten in etwa zu gleichen Teilen auf. Auffällig ist, daß die einseitige Sakralisation mit 85 Tieren überrepräsentiert ist. Bei dieser Rasse scheint eine Häufung der Sakralisation bei den schwereren HD-Graden vorzuliegen (vergl. Tabelle 17).

Cocker Spaniel

Tabelle 7:

	B	ÜW	S	L
G	1315	56	15	41
M	354	15	6	9
W	961	41	9	32

Symbole: siehe Tabelle 5

Beim Cocker Spaniel zeigten von insgesamt 1315 Tieren 56 Tiere (4,3 %) lumbosakrale Übergangswirbel, wobei die Veränderungen im Sinne einer Lumbalisation (41) gegenüber denen im Sinne einer Sakralisation (15) deutlich überwiegen. Auch hier ist, wie beim Deutschen Schäferhund, bei der Lumbalisation die Form A am häufigsten vertreten. Eine Häufung von lumbosakralen Übergangswirbeln bei den schweren HD-Graden ist aus den angegebenen Tabellen nicht zu erkennen (vergl. Tabelle 18).

Bobtail

Tabelle 8:

	B	ÜW	S	L
N	624	44	23	21
M	241	21	10	11
W	383	23	13	10

Symbole: siehe Tabelle 5

Bei dieser Rasse zeigten von insgesamt 624 Tieren 44 Tiere (7,1 %) lumbosakrale Übergangswirbel. Beide Formen, sowohl Sakralisation als auch Lumbalisation treten in etwa gleich häufig auf. Bei den Tieren mit schwereren HD-Graden treten verhältnismäßig wenig lumbosakrale Übergangswirbel auf (vergl. Tabelle 19).

Leonberger

Tabelle 9:

	B	ÜW	S	L
N	479	32	3	29
M	159	6	1	5
W	320	26	2	24

Symbole: siehe Tabelle 5

Beim Leonberger zeigten von insgesamt 479 Tieren 32 Tiere (6,7 %) lumbosakrale Übergangswirbel. Auch hier überwiegen die Veränderungen im Sinne einer Lumbalisation, es tritt wiederum die Form A am häufigsten auf. Bezüglich der HD-Grade scheint eine gleichmäßige Verteilung vorzuliegen (vergl. Tabelle 20).

Sibirischer Husky

Tabelle 10:

	B	ÜW	S	L
N	486	19	10	9
M	195	8	6	2
W	291	11	4	7

Symbole: siehe Tabelle 5

Beim Sibirischen Husky zeigten von insgesamt 486 Tieren 19 Tiere (3,9 %) lumbosakrale Übergangswirbel. Beide Formen von lumbosakralen Übergangswirbeln sind etwa gleich häufig vertreten. Auffällig ist, daß bei den schweren HD-Graden keine lumbosakralen Übergangswirbel auftreten (vergl. Tabelle 21).

Airedale Terrier

Tabelle 11:

	B	ÜW	S	L
N	448	7	3	4
M	160	2	1	1
W	288	5	2	3

Symbole: siehe Tabelle 5

Bei dieser Rasse zeigten von insgesamt 448 Tieren 7 Tiere (1,6 %) lumbosakrale Übergangswirbel. Beide Formen von lumbosakralen Übergangswirbeln sind etwa gleich häufig vertreten. Bei den schweren HD-Graden kommen keine lumbosakralen Übergangswirbel vor (Vergl. Tabelle 22).

Alaskan Malamute

Tabelle 12:

	B	ÜW	S	L
N	90	4	1	3
M	45	1	1	0
W	45	3	0	3

Symbole: siehe Tabelle 5

Beim Alaskan Malamute zeigten von insgesamt 90 Tieren 4 Tiere (4,4 %) lumbosakrale Übergangswirbel. Veränderungen im Sinne der Lumbalisation waren 3 mal häufiger vertreten als Übergangswirbel im Sinne der Sakralisation, wobei es sich bei den Lumbalisationen ausschließlich um Veränderungen der Form A handelt (vergl.Tabelle 23).

Samojede

Tabelle 13:

	B	ÜW	S	L
N	73	4	1	3
M	38	2	1	1
W	35	2	0	2

Symbole: siehe Tabelle 5

Bei den Samojeden zeigten von insgesamt 73 Tieren 4 Tiere (5,5 %) lumbosakrale Übergangswirbel. Auch hier treten die Veränderungen im Sinne einer Lumbalisation 3 mal häufiger auf als die Veränderungen im Sinne einer Sakralisation. Die drei Lumbalisationen sind gleichmäßig auf die drei Formen A, B und C verteilt (vergl. Tabelle 24).

Rhodesian Ridgeback

Tabelle 14:

	B	ÜW	S	L
N	24	4	1	3
M	9	2	1	1
W	15	2	0	2

Symbole: siehe Tabelle 5

Die Rasse Rhodesian Ridgeback war mit 24 Tieren am schwächsten vertreten. Von diesen Tieren zeigten 4 Tiere (16,7 %) lumbosakrale Übergangswirbel. Die Veränderungen im Sinne der Lumbalisation überwiegen, sie finden sich ausschließlich bei HD-freien Tieren (vergl. Tabelle 25).

3.2.2.4.2. Altersverteilung der Tiere mit lumbosakralen Übergangswirbeln

Die Altersangaben der untersuchten Tiere beziehen sich auf das Alter zum Zeitpunkt der Anfertigung der Röntgenaufnahmen, sie wurden aus den Begleitpapieren entnommen. Die Tiere wurden in 4 Altersgruppen eingeteilt.

Gruppe A : 12 - 18 Monate Gruppe C : älter als 36 Monate
Gruppe B : 19 - 36 Monate Gruppe D : ohne Altersangabe

Tabelle 15: Altersverteilung

Rasse	N	A	B	C	D
Deutscher Schäferhund	632	515	85	20	12
Boxer	167	137	23	7	0
Cocker Spaniel	56	27	21	8	0
Bobtail	44	26	6	4	8
Leonberger	32	8	10	1	13
Sibirischer Husky	19	8	5	0	6
Airedale Terrier	7	5	2	0	0
Alaskan Malamute	4	2	0	1	1
Samojede	4	1	1	1	1
Rhodesian Ridgeback	4	1	2	1	0

N: Gesamtanzahl der Tiere mit lumbosakralen Übergangswirbeln

Wie aus Tabelle 15 ersichtlich, befindet sich der überwiegende Teil der Tiere in der Altersgruppe A (12 - 18 Monate). Die Häufung in dieser Altersgruppe ergibt sich aus der Tatsache, daß als Grundlage für die röntgenologische Untersuchung die routinemäßig angefertigten HD-Röntgenaufnahmen verwendet wurden. Wegen der Beurteilung auf Zuchttauglichkeit werden diese Röntgenaufnahmen üblicherweise in diesem Alter angefertigt. Aufgrund dieser speziellen Altersverteilung wurde in der abschließenden statistischen Erhebung auf die Auswertung des Auftretens von lumbosakralen Übergangswirbeln bezüglich des Alters verzichtet, da entsprechende Ergebnisse hier nicht zu erwarten sind.

3.2.3. Statistische Berechnungen

3.2.3.1. Prüfung auf Unabhängigkeit: lumbosakrale Übergangswirbel/Rasse

Die empirischen Häufigkeiten für das Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln bei den einzelnen Rassen sind aus der Tabelle 26 des tabellarischen Anhangs zu entnehmen.

Mittels der Formel (I) (siehe Seite 31) wurden die zu erwartenden Häufigkeiten θ_{jk} errechnet und in Tabelle 26 eingetragen (Werte in Klammer).

Die Prüfung auf Unabhängigkeit der beiden Variablen lumbosakrale Übergangswirbel und Rasse erfolgte mit der χ^2 - Teststatistik (Formel (II) Seite 32).

Unter Berücksichtigung sämtlicher in Tabelle 26 aufgeführten Rassen ergibt sich für χ^2:

$$\chi^2 = 186{,}22$$

Bei einer vorgegebenen Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ und unter Berücksichtigung sämtlicher 10 Rassen (9 Freiheitsgrade) läßt sich der kritische Wert

$\chi^2_{9;0,95} = 16{,}92$ aus der Tabelle für eine χ^2 - Verteilung entnehmen.

Für den vorliegenden Fall gilt:

$$\chi^2 = 186{,}22 > \chi^2_{9;0,95} = 16{,}92$$

Demzufolge ist die Nullhypothese auf Unabhangigkeit (H_0^u) zu verwerfen.

Dies bedeutet, daß bei den im Rahmen der vorliegenden Untersuchung untersuchten Rassen das Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln nicht unabhängig ist von der Rasse.

Da bei den untersuchten 10 Rassen die Rassen Alaskan Malamute, Samojede und Rhodesian Ridgeback bezüglich des Stichprobenumfangs deutlich unterrepräsentiert sind (s. Tabelle 26), wurden die zu erwartenden Häufig-

keiten sowie χ^2 unter Nichtberücksichtigung dieser 3 Rassen erneut berechnet.

Unter dieser Voraussetzung ergibt sich für χ^2:

$\chi^2 = 181,42$

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von ebenfalls 5 % und 6 Freiheitsgraden (7 Rassen) ergibt sich für den kritischen Wert

$\chi^2_{6;0,95} = 12,59$

Auch für diesen Fall ist die Nullhypothese auf Unabhängigkeit zu verwerfen, da

$\chi^2 = 181,42 > \chi^2_{6;0,95} = 12,59$

Dies bedeutet, daß auch für die 7 stark vertretenen Rassen das Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln nicht unabhängig ist von der Rasse.

Die zu erwartenden Häufigkeiten sind ebenfalls aus Tabelle 26 zu entnehmen, sie sind, sofern abweichend von den zuvor errechneten Werten, durch (( )) gekennzeichnet.

Aufgrund der Ergebnisse der χ^2 - Tests, daß das Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln nicht unabhängig ist von der Rasse, stellt sich die Frage, bei welchen Rassen diese Übergangswirbel gehäuft auftreten. Aus diesem Grund wurde eine Konfidenzintervallschätzung durchgeführt.

3.2.3.2. Konfidenzintervallschätzung

Mit Hilfe der Konfidenzintervallschätzung soll der Vertrauensbereich der relativen Häufigkeiten des Auftretens von lumbosakralen Übergangswirbeln bei den einzelnen Rassen bestimmt werden.

Die 95%-Konfidenzintervalle wurden für jede Rasse nach Formel (III) (siehe Seite 33) berechnet.

Hierbei ergaben sich folgende Werte:

Deutscher Schäferhund: 0,103-0,120 (bei x=632 und n=5682; aus Tab.16)
Boxer : 0,043-0,058 (bei x=167 und n=3300; aus Tab.17)
Cocker Spaniel : 0,031-0,054 (bei x= 56 und n=1315; aus Tab.18)
Bobtail : 0,050-0,091 (bei x= 44 und n= 624; aus Tab.19)
Sibirischer Husky : 0,021-0,057 (bei x= 19 und n= 486; aus Tab.21)
Leonberger : 0,043-0,090 (bei x= 32 und n= 479; aus Tab.20)
Airedale Terrier : 0,003-0,028 (bei x= 7 und n= 448, aus Tab.22)

Für die schwach vertretenen Rassen Alaskan Malamute, Samojede und Rhodesian Ridgeback wurden die 95%-Konfidenzintervalle nicht berechnet. Wegen der zu kleinen Stichprobenumfänge n und der zu extremen relativen Häufigkeiten $\hat{p}$ ist die Faustregel von SACHS (1982) (Formel III, Seite 33) nicht anwendbar, da für diese 3 Rassen die Bedingungen $n\hat{p} > 5$ und $n(1-\hat{p}) > 5$ nicht erfüllt sind.

Aus diesen Gründen konnten in der weiter unten folgenden graphischen Darstellung der 95%-Konfidenzintervalle (Abb. 39) nur die 7 stark vertretenen Rassen berücksichtigt werden, wobei aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit die 95%-Konfidenzintervallgrenzen in %-Werte umgerechnet wurden.

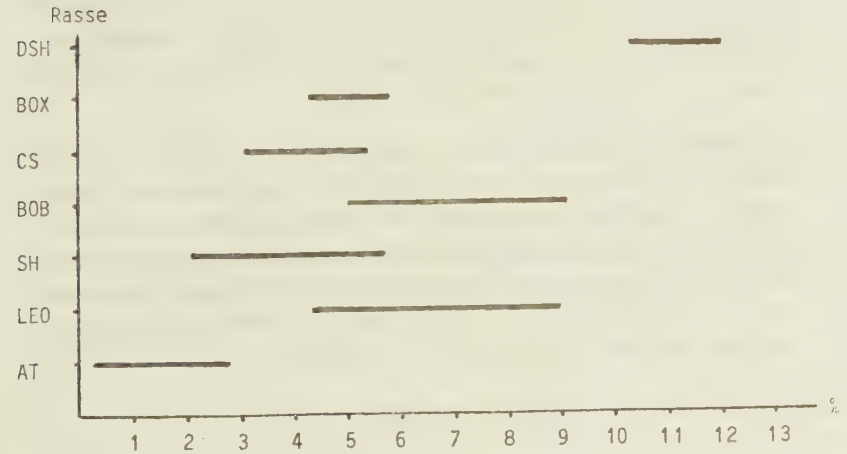

Abb. 39. Konfidenzintervalle in %-Werten

Wie aus Abb. 39 ersichtlich ist, erstreckt sich das 95%-Konfidenzintervall für die Rasse Deutscher Schäferhund von 10,3 % - 12,0 %. Dies bedeutet für die untersuchte Population der Rasse Deutscher Schäferhund (DSH):

Bei der untersuchten Population kann mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% gesagt werden, daß Veränderungen im Sinne von lumbosakralen Übergangswirbeln mit einer Häufigkeit von 10,3 % - 12,0 % auftreten.

Für die untersuchten Populationen der übrigen Rassen gelten:

Boxer	(BOX)	: 4,3% - 5,8%
Cocker Spaniel	(CS)	: 3,1% - 5,4%
Bobtail	(BOB)	: 5,0% - 9,1%
Sibirischer Husky	(SH)	: 2,1% - 5,7%
Leonberger	(LEO)	: 4,3% - 9,0%
Airedale Terrier	(AT)	: 0,3% - 2,8%

Vergleicht man die Konfidenzintervalle der einzelnen Rassen miteinander (siehe Abb. 39), so stellt man fest, daß sich die Konfidenzintervalle von 5 Rassen (BOX, CS, BOB, SH, LEO) gegenseitig überlagern, und zwar im Bereich von ca. 5,0 %.

Das Konfidenzintervall der Rasse Airedale Terrier überlagert sich mit dem der Rasse Sibirischer Husky im Bereich von 2,1% - 2,8%, während das Konfidenzintervall der Rasse Deutscher Schäferhund im Bereich von 10,3% - 12,0% völlig isoliert liegt.

Zusammenfassend läßt sich somit formulieren, daß bei den untersuchten Populationen der Rassen Boxer, Cocker Spaniel, Bobtail, Sibirischer Husky und Leonberger Veränderungen im Sinne von lumbosakralen Übergangswirbeln in etwa gleich häufig auftreten können, während bei der untersuchten Population der Rasse Airedale Terrier deutlich seltener und bei der untersuchten Population der Rasse Deutscher Schäferhund deutlich häufiger solche Veränderungen auftreten.

3.2.3.3. Prüfung auf Unabhängigkeit: lumbosakrale Übergangswirbel/HD

Auch diese Prüfung wurde mit Hilfe des χ^2 - Tests durchgeführt. Es ergibt sich hier der spezielle Fall einer Vierfeldertafel. Die empirisch ermittelten Häufigkeiten sowie die errechneten zu erwartenden Häufigkeiten (θ_{jk}) sind für die einzelnen Rassen in den Tabellen 27a - 36a des tabellarischen Anhangs dargestellt (Werte für θ_{jk} als Werte in Klammer).

Die Berechnung für χ^2 erfolgte nach Formel (IV) (siehe Seite 34). Bei den einzelnen Rassen ergeben sich für χ^2 folgende Werte:

Deutscher Schäferhund	:	$\chi^2 = 2{,}32$
Boxer	:	$\chi^2 = 19{,}03$
Cocker Spaniel	:	$\chi^2 = 0{,}08$
Bobtail	:	$\chi^2 = 0{,}43$
Leonberger	:	$\chi^2 = 0{,}04$
Sibirischer Husky	:	$\chi^2 = 0{,}47$
Airedale Terrier	:	$\chi^2 = 0{,}13$
Alaskan Malamute	:	$\chi^2 = 0{,}17$
Samojede	:	$\chi^2 = 0{,}21$
Rhodesian Ridgeback	:	$\chi^2_c = 0{,}20$

Bei der Rasse Rhodesian Ridgeback wurde der Wert χ^2_c mit Hilfe der korrigierten Teststatistik nach YATES berechnet. Diese Teststatistik ist anzuwenden, wenn der Stichprobenumfang im Bereich zwischen 20 und 60 liegt (HARTUNG et al. 1984).

Nach YATES gilt:

$$\chi^2_c = \frac{n(\,|n_{11}\cdot n_{22} - n_{12}\cdot n_{21}| - n/2)^2}{n_{1.}\, n_{2.}\, n_{.1}\, n_{.2}} \qquad (V)$$

Bei einer Vierfeldertafel ergibt sich bei 1 Freiheitsgrad und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ ein kritischer Wert von

$$\chi^2_{1;0,95} = 3{,}84$$

Auch bei diesem χ^2 - Test gilt, daß die Nullhypothese auf Unabhängigkeit (H_0^u) zu verwerfen ist, wenn

$$\chi^2 \geq \chi^2_{1;0,95}$$

Vergleicht man die χ^2- Werte der einzelnen Rassen mit $\chi^2_{1;0,95}$, so stellt man fest, daß für sämtliche Rassen, mit Ausnahme der Rasse Boxer, die Nullhypothese nicht zu verwerfen ist, die Werte für χ^2 liegen deutlich unter dem kritischen Wert.

Bei der Rasse Boxer liegt der Wert für χ^2 mit 19,03 deutlich höher als der kritische Wert von 3,84, so daß für diese Rasse die Nullhypothese auf Unabhängigkeit zu verwerfen ist.

Das Ergebnis dieses Tests bedeutet, daß bei sämtlichen Rassen, mit Ausnahme der Rasse Boxer, bei den untersuchten Populationen zwischen dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln und der HD kein Zusammenhang besteht, während bei der Rasse Boxer dieser Zusammenhang nicht ausgeschlossen werden kann.

Es kann somit für die untersuchte Population der Rasse Boxer mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% gesagt werden, daß zwischen dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln und der Hüftgelenksdysplasie ein Zusammenhang besteht.

Der Vollständigkeit halber muß noch erwähnt werden, daß die Berechnung der Werte für χ^2 für die Rassen Sibirischer Husky, Airdale Terrier, Alaskan Malamute, Samojede und Rhodesian Ridgeback nicht unproblematisch ist, da für die Berechnung von χ^2 bei kleinen zu erwartenden Häufigkeiten (θ_{jk}) von verschiedenen Autoren verschiedene Faustregeln angegeben werden.

PFANZAGL (1978) sowie SCHAICH et al. (1982) vertreten die Auffaßung, daß der χ^2 - Test für die Vierfeldertafel nur angewandt werden kann, wenn die zu erwartenden Häufigkeiten in jedem Fall nicht kleiner sind als 5.

SACHS (1982) vertritt die Auffaßung, daß der χ^2 - Test durchgeführt

werden kann, wenn $n_{1.} \geq 6$ und $n_{2.} \geq 6$.

Nach PFANZAGL (1978) sowie SCHAICH et al. (1982) wären somit die Berechnungen mittels der Kontingenztafel der Tabellen 32a bis 36a unzulässig, während nach SACHS (1982) diese Berechnungen zulässig sind.

Da es sich, wie schon erwähnt, bei den oben angegebenen Bedingungen nur um Faustregeln handelt, und zudem bei den betreffenden Rassen die zu erwartenden Häufigkeiten in einem hohen Maß den empirischen Häufigkeiten entsprechen, wurden die Berechnungen für die betreffenden Rassen durchgeführt. Die χ^2 - Werte dieser Rassen, die doch deutlich unter dem kritischen Wert liegen, besitzen somit zumindest beschreibenden Charakter.

3.2.3.4. Prüfung auf Unabhängigkeit: lumbosakrale Übergangswirbel/Geschlecht

Auch diese Prüfung wurde mit Hilfe des χ^2 - Test durchgeführt. Die empirisch ermittelten Häufigkeiten sowie die errechneten zu erwartenden Häufigkeiten (θ_{jk}) sind für die einzelnen Rassen in den Vierfeldertafeln der Tabellen 27b - 36 b des tabellarischen Anhangs dargestellt (Werte für θ_{jk} als Werte in Klammer).

Die Berechnung für χ^2 erfolgte nach Formel (IV) (siehe Seite 34) bzw. für die Rasse Rhodesian Ridgeback nach Formel (V) (siehe Seite 89).

Bei den einzelnen Rassen ergeben sich für χ^2 folgende Werte:

Deutscher Schäferhund : $\chi^2 = 2{,}73$
Boxer : $\chi^2 = 2{,}29$
Cocker Spaniel : $\chi^2 = 0{,}005$
Bobtail : $\chi^2 = 1{,}66$
Leonberger : $\chi^2 = 3{,}23$
Sibirischer Husky : $\chi^2 = 0{,}03$

Airedale Terrier : $\chi^2_c = 0,16$
Alaskan Malamute : $\chi^2_c = 1,05$
Samojede : $\chi^2_c = 0,007$
Rhodesian Ridgeback : $\chi^2_c = 0,009$

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ und 1 Freiheitsrad ergibt sich auch hier ein kritischer Wert von

$\chi^2_{1;0,05} = 3,84$

Der Vergleich der χ^2 - Werte der einzelnen Rassen mit dem kritischen Wert zeigt das Ergebnis, daß für sämtliche Rassen die Nullhypothese auf Unabhängigkeit (H_0^u) nicht verworfen werden kann, die χ^2 - Werte sämtlicher Rassen liegen unterhalb des kritischen Wertes.

Dieses Ergebnis bedeutet, daß bei den untersuchten Populationen der Rassen Deutscher Schäferhund, Boxer, Cocker Spaniel, Bobtail, Leonberger, Sibirischer Husky, Airedale Terrier, Alaskan Malamute, Samojede sowie Rhodesian Ridgeback zwischen dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln und dem Geschlecht der Tiere kein Zusammenhang nachgewiesen werden kann.

Auch hier muß für die 4 zuletzt genannten Rassen einschränkend gesagt werden, daß nach PFANZAGL (1978) und SCHAICH et al. (1982) die Berechnung von χ^2 nicht zulässig ist (siehe Seite 91 oben), während nach SACHS (1982) eine Berechnung statthaft ist.

Unter Berücksichtigung dieser Einschränkung kommt den Werten für χ^2 bei den 4 zuletzt genannten Rassen nur eine beschreibende Bedeutung zu.

4. Diskussion

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, an Hand von anatomischen Präparaten sowie von HD-Röntgenaufnahmen die verschiedenen Formen von lumbosakralen Übergangswirbeln bei verschiedenen Hunderassen zu erfassen, zu beschreiben und zu definieren, wobei insbesondere versucht werden sollte, Kriterien zu finden, die es erlauben, lumbosakrale Übergangswirbel auf der Röntgenaufnahme als solche zu erkennen. Da sich lumbosakrale Übergangswirbel am besten auf im ventro-dorsalen Strahlengang angefertigten Röntgenaufnahmen darstellen (MORGAN,1972), wurden für die vorliegende Untersuchung HD-Röntgenaufnahmen verwendet. Dies bot zudem den Vorteil, daß diese Aufnahmen in ausreichendem Umfang in den HD-Zentralen der verschiedenen Zuchtverbänden zur Verfügung standen.

Zwar wurde von LARSEN (1977) eine ähnliche Untersuchung bei verschiedenen Hunderassen durchgeführt, allerdings unter anderen Voraussetzungen und mit anderer Zielsetzung. Seine Untersuchung, die mit einer Gesamtzahl von 24 463 untersuchten Röntgenaufnahmen sehr umfangreich war, wurde auf der Basis einer Computeranalyse durchgeführt. Hierbei wurden die als Nebenbefunde bei der Beurteilung der HD festgestellten lumbosakralen Übergangswirbel zu einem späteren Zeitpunkt aus dem Rechner abgerufen. Das hierbei gefundene Zahlenmaterial wurde ausgewertet und die Häufigkeit des Auftretens von lumbosakralen Übergangswirbeln bei den untersuchten Rassen festgestellt.

Die von LARSEN (1977) durchgeführte Untersuchung stellt also eine mehr oder weniger auf Zufallsbefunden basierende Untersuchung dar. Aus diesem Grunde wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, durch gezieltes Suchen nach lumbosakralen Übergangswirbeln entsprechendes Zahlenmaterial zu erhalten, das erlaubt, eine genauere Aussage über das Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln bei verschiedenen Hunderassen zu treffen.

Hierzu war es notwendig, wie oben schon erwähnt, die lumbosakralen

Übergangswirbel als solche auf der Röntgenaufnahme zu erkennen und zu definieren.

Somit war die erste Aufgabe, die sich in der Röntgenaufnahme darstellenden Normalverhältnisse der Lumbosakralregion zu erfassen, um dann die entsprechenden Abweichungen davon erkennen zu können. Da auf den HD-Röntgenaufnahmen nur ein begrenzter Teil der Wirbelsäule abgebildet ist, wurde das Kreuzbein als zentraler Bezugspunkt gewählt, dessen Normalverhältnisse in Abb. 27 dargestellt sind. Es wurde wie folgt definiert:

Das normale Kreuzbein zeigt auf der Röntgenaufnahme eine einheitliche Crista sacralis mediana. Die drei Dornfortsätze dieser Leiste sind regelmäßig angeordnet, sie weisen einen nahezu konstanten Abstand zu einander auf. Das normale Kreuzbein besitzt 4 Foramina sacralia, die regelmäßig angeordnet sind. Der kraniale Kreuzbeinrand ist eben, die vorderen Gelenkfortsätze des Kreuzbeins und die Kreuzbeinflügel sind miteinander verschmolzen und stellen eine Einheit dar.

Der normale letzte Lendenwirbel zeigt zwei nach kranio-lateral gerichtete, symmetrisch angeordnete Querfortsätze. Querfortsätze und vordere Gelenkfortsätze sind als zwei voneinander getrennte Gebilde zu erkennen. Der letzte Lendenwirbel besitzt keinerlei Kontakt zum Darmbein.

Ein lumbosakraler Übergangswirbel im Sinne einer Sakralisation liegt vor, wenn der letzte Lendenwirbel morphologische Eigenschaften eines Kreuzwirbels annimmt. Das röntgenologische Hauptkriterium ist hier die vom Querfortsatz des letzten Lendenwirbels ausgehende ein- oder beidseitige Kontaktaufnahme zum Darmbein.

Ein lumbosakraler Übergangswirbel im Sinne einer Lumbalisation liegt vor, wenn das erste Sakralsegment morphologische Eigenschaften eines Lendenwirbels annimmt. Röntgenologisch gelten folgende Kriterien:

Das Ausbilden von Querfortsätzen am kranialen Kreuzbeinrand, die in

ihrer Form und Ausbreitungsrichtung den Querfortsätzen der Lendenwirbel ähnlich sind. Durch die Ausbildung von Querfortsätzen, wenn auch in verschiedener Größe, kommt es zwangsläufig zur Isolation der vorderen Gelenkfortsätze aus dem Kreuzbeinflügel, so daß diese Gelenkfortsätze am kranialen Kreuzbeinrand deutlich sichtbar werden und somit die kraniale Kreuzbeinbegrenzung im Röntgenbild nicht mehr eben erscheint.

Ein weiteres Kriterium ist an der Crista sacralis mediana zu erkennen. Beim lumbosakralen Übergangswirbel im Sinne einer Lumbalisation zeigt das erste Segment das Bestreben sich aus dem Kreuzbeinverband zu lösen und einen isolierten Wirbel darzustellen. Dieses Verhalten zeigt sich röntgenologisch in der Isolation des Spinalfortsatzes des 1. Sakralsegments aus der Crista sacralis mediana. Dieser Fortsatz wandert nach kranial, sein Abstand zum Dornfortsatz des 2. Sakralsegments vergrößert sich. Ein weiteres Kriterium für das Loslösungsbestreben ist im Auftreten eines röntgenologisch sichtbaren Spalts zwischen den Wirbelkörpern des 1. und 2. Sakralsegments zu sehen.

Trotz der relativ einfach und allgemein gehaltenen Formulierungen bei diesen Definitionen, muß an dieser Stelle auf eine grundsätzliche Problematik hingewiesen werden. Es stellt sich nämlich die grundsätzliche Frage, ob und inwieweit es bei der Betrachtung eines Teilabschnittes der Wirbelsäule möglich ist, die einzelnen Wirbel den entsprechenden Wirbelsaulenabschnitten zuzuordnen. Diese Frage ist von besonderer Bedeutung, wenn es sich bei den zu beurteilenden einzelnen Wirbeln nicht um regelrecht ausgebildete Wirbel handelt, sondern um Übergangswirbel, die per definitionem morphologische Eigenschaften zweier verschiedener Wirbelsäulenabschnitte besitzen.

So ist nach Ansicht von JUNGHANNS (1957) die eindeutige Zuordnung eines lumbosakralen Übergangswirbels zum entsprechenden Wirbelsäulenabschnitt nur dann möglich, wenn die beiden betreffenden Wirbelsäulenabschnitte vollständig ausgebildet sind, bzw. die einzelnen Wirbel dieser Abschnitte gezählt werden können. Nach seiner Ansicht ist es nicht

möglich Sakralisation und Lumbalisation zu unterscheiden, wenn nur der veränderte Wirbel betrachtet wird, da bei der Einbeziehung eines Wirbels in das Kreuzbein prinzipiell die gleichen Veränderungen am Übergangswirbel vorzufinden sind, wie beim Heraustreten eines Wirbels aus dem Kreuzbein.

Dieser Einwand von JUNGHANNS (1957) ist sicher gerechtfertigt, und auch MORGAN (1968) weist in ähnlicher Weise auf diese Problematik hin, doch würde dies bedeuten, daß die Termini Sakralisation bzw. Lumbalisation nur dann verwendet werden dürfen, wenn die Gesamtzahl aller Wirbel numerisch feststellbar ist, d.h. nicht nur die Anzahl der Lendenwirbel, sondern die Anzahl aller kranial und kaudal vom Kreuzbein gelegenen Wirbel muß bekannt sein.

Um nämlich eindeutig sagen zu können, daß der veränderte Wirbel den 7. Lendenwirbel bzw. den 1. Kreuzwirbel darstellt, genügt es nicht, die einzelnen Wirbel der Lendenwirbelsäule zu zählen, da nicht ausgeschlossen werden kann, daß der vermeintlich als 1. Lendenwirbel bezeichnete Wirbel gar kein Lendenwirbel ist, sondern ebenfalls einen Übergangswirbel, nämlich einen thorakolumbalen Überganswirbel darstellt. Es wäre somit möglich, daß dieser " 1. Lendenwirbel " den völlig in die Lendenwirbelsäule integrierten letzten Brustwirbel darstellt, oder aber, daß der " 1. Lendenwirbel " eigentlich der 2. Lendenwirbel ist, und der eigentliche 1. Lendenwirbel in Form eines thorakolumbalen Übergangswirbel vorhanden ist, der hinsichtlich seiner Morphologie völlig in die Brustwirbelsäule integriert ist und somit den " letzten Brustwirbel " darstellt. Im ersten Fall würde die Lendenwirbelsäule dann aus 8 Wirbeln bestehen, während im zweiten Fall nur 6 Lendenwirbel zu zählen sind. Diese numerischen Abweichungen der Lendenwirbel von der normalerweise aus 7 Wirbeln bestehenden Lendenwirbelsäule sind aber nur dann feststellbar, wenn die kaudale Grenze der Lendenwirbelsäule eindeutig als solche definierbar ist. Genau dies ist aber beim Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln nicht der Fall.

Die oben angeführten Überlegungen sollten zeigen, daß es streng genommen auch dann nicht möglich ist, einen lumbosakralen Übergangswirbel eindeutig der Sakralisation bzw. der Lumbalisation zuzuordnen, wenn die gesamte Lendenwirbelsäule auf der Röntgenaufnahme abgebildet ist und somit die Anzahl der Lendenwirbel zählbar ist, da beim Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln nicht ausgeschlossen werden kann, daß an den anderen Übergangsstellen der Hauptabschnitte der Wirbelsäule nicht auch Übergangswirbel vorliegen, und somit die Grenzen dieser Hauptwirbelsäulenabschnitte nicht eindeutig bestimmbar sind.

Wie SIMOENS et al. (1978, 1979) in ihren Untersuchungen an 80 Ziegen zeigen konnten, ist das gleichzeitige Auftreten von Übergangswirbeln an mehreren Stellen der Wirbelsäule nicht nur von theoretischer Bedeutung. Von 9 Tieren mit Übergangswirbeln zeigten 5 Tiere lumbosakrale Übergangswirbel, wobei eines dieser Tiere gleichzeitig einen thorakolumbalen Übergangswirbel besaß.

Diese Problematik zeigt, daß streng genommen die Termini Sakralisation bzw. Lumbalisation nur dann verwendet werden dürfen, wenn die gesamte Wirbelsäule zur Untersuchung vorliegt. Diese Bedingung ist in der Röntgendiagnostik nur sehr selten erfüllt, so daß für die vorliegende Untersuchung nur sehr wenig Untersuchungsmaterial zur Verfügung gestanden hätte. Aus diesen Gründen wurde im Rahmen dieser Untersuchung das auf der Röntgenaufnahme gut erkennbare Kreuzbein, bestehend aus 3 Segmenten, als Bezugspunkt für die Beurteilung von lumbosakralen Übergangswirbeln beibehalten, und es wurde demzufolge von Veränderungen im Sinne einer Sakralisation bzw. im Sinne einer Lumbalisation gesprochen.

Um die im Zuge der röntgenologischen Untersuchung gefundenen verschiedenen Formen von lumbosakralen Übergangswirbeln näher beschreiben zu können, wurden parallel zu dieser Untersuchung auch anatomische Präparate von lumbosakralen Übergangswirbeln beschrieben. Die Ergebnisse dieser Beschreibung zeigen, daß die wesentlichen Merkmale des lumbo-

sakralen Übergangswirbels durchaus auf den Röntgenaufnahmen als solche zu erkennen sind.

Darüber hinaus sind die Ergebnisse des anatomischen Teils der Untersuchung von wesentlicher Bedeutung hinsichtlich der Entstehung von lumbosakralen Übergangswirbeln. Es konnte nämlich gezeigt werden, daß beim lumbosakralen Übergangswirbel im Sinne einer Sakralisation die Kontaktaufnahme des letzten Lendenwirbels zum Darmbein primär nicht vom Querfortsatz ausgeht. Der Hauptteil der Verbindung zur Darmbeinschaufel wird von einem Knochenelement gebildet, das sich ventral des Querfortsatzes befindet. Dieses ventrale Knochenelement ist zudem durch eine deutliche Kerbe vom Querfortsatz getrennt. Seine Gelenkfläche zum Darmbein zeigt deutlich die Merkmale eines echten Gelenks, so daß dieser Gelenkanteil durchaus als Fortsetzung der auf dem Kreuzbeinflügel befindlichen Facies auricularis aufgefaßt werden kann. Dies bedeutet, daß dieses zusätzliche Knochenelement als ein Äquivalent des ventralen Anteils des Kreuzbeinflügels aufgefaßt werden kann, da dieser Anteil die Facies auricularis trägt. Es ist somit denkbar, daß diese beiden Knochenteile eine ähnliche Entwicklung besitzen.

FRENKEL (1873), der die Entwicklung des Kreuzbeins eingehend studierte, kommt zu dem gleichen Schluß. Er konnte in seiner Untersuchung zeigen, daß sich am Kreuzbein neben den 3 Verknöcherungszentren, die jeder Wirbel besitzt, noch 2 zusätzliche Verknöcherungspunkte befinden, aus denen sich die sogenannten „ ventralen Seitenteile " des Kreuzbeinflügels entwickeln, die den Hauptteil der Artikulationsfläche zum Darmbein tragen.

Tritt nun am Lendenwirbel unterhalb des Querfortsatzes, entweder ein- oder beidseitig, ebenfalls ein zusätzlicher Verknöcherungspunkt auf, so entwickelt sich nach FRENKEL (1873) hier ebenfalls ein „ ventrales Seitenteil ", das wie das entsprechende Teil am Kreuzbein das Bestreben hat, mit dem Darmbein eine gelenkige Verbindung zu bilden. Hinsichtlich der Entwicklung handelt es sich nach seiner Ansicht um die Wiederholung von Teilen, die an vorhergehenden Wirbeln bereits vorhanden sind. Da die

„ ventralen Seitenteile " aber mit den Querfortsatzen nicht vergleichbar sind, weil die Sakralregion solche Fortsätze, die sich aus den oberen Bögen entwickeln und nicht selbstständig verknöchern, bereits besitzt, spricht er diese „ ventralen Seitenteile " als Homologa der Rippen an und bezeichnet sie als sogenannte Sakralrippen. Somit sind nach seiner Ansicht an fast allen Abschnitten der Wirbelsäule entweder Rippen oder entsprechende Äquivalente bzw. Rudimente vorhanden. Die Lendenwirbelsaule stellt eine Ausnahme dar. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß diese Elemente im Laufe der Evolution völlig verloren gegangen sind. Sie sind weder rudimentär noch in Form von Verknöcherungszentren nachweisbar. Eine Erklärung für diesen Verlust an der Lendenwirbelsaule der Säugetiere gegenuber den niederen Wirbeltieren wie Fische, Reptilien oder Amphibien, wo diese kostalen Elemente auch in der Lendenregion vorhanden sind, wird von FRENKEL (1873) allerdings nicht gegeben.

GEGENBAUR (1873) benutzte die Beobachtungen von FRENKEL (1873) um die Bildungsgeschichte von lumbosakralen Übergangswirbeln wie folgt zu beschreiben:
Die eine Art lumbosakraler Übergangswirbel kommt dadurch zustande, daß ein Sakralwirbel das kostale Element seines Seitenfortsatzes verloren hat, die andere Art entsteht durch die Ausbildung der in der Regel gänzlich fehlenden Rippenrudimente am letzten Lendenwirbel. Ersteres entspräche somit einer Lumbalisation, letzteres einer Sakralisation.

Die im Rahmen des anatomischen Teils der vorliegenden Untersuchung gefundenen Ergebnisse lassen zumindest für die Veränderungen im Sinne der Sakralisation die von FRENKEL (1873) und GEGENBAUR (1873) formulierten Definitionen recht plausibel erscheinen. Das am letzten Lendenwirbel ventral des Querfortsatzes gefundene „ ventrale Seitenteil " des anatomischen Präparates D entspricht in seiner Anlage und Ausbildung exakt den von FRENKEL (1873) geschilderten Gegebenheiten.

Dagegen konnte für die Veränderungen im Sinne der Lumbalisation die von den oben erwähnten Autoren gewählte Definition nicht übernommen

werden. An den anatomischen Präparaten B und C waren die „ ventralen Seitenteile " des 1. Sakralsegments nicht nur voll ausgebildet, sondern zeigten sogar eine erhebliche Größenzunahme gegenüber den Normalverhältnissen des Präparates A. Vor allem in ventraler Richtung sind die „ ventralen Seitenteile " der Präparate B und C wesentlich stärker ausgebildet. Möglicherweise stellt diese verstärkte Ausbildung einen Anpassungsvorgang dar. Durch die Ausbildung von Querfortsätzen am 1. Sakralsegment kommt es zu einer Aufspaltung am Kreuzbeinflügel. Die kranialen Gelenkfortsätze entwickeln sich mehr medial und stehen völlig isoliert. Die Querfortsatzanteile der Kreuzbeinflügel , die am normalen Kreuzbein aufgrund ihrer Fusion mit den kranialen Gelenkfortsätzen nach dorsal gesehen dieselbe Höhenausdehnung besitzen wie diese Gelenkfortsätze, zeigen an den Präparaten B und C eine nach kranio-lateral weisende Ausbreitungsrichtung, die in etwa der Ausbreitungsrichtung der Querfortsätze der Lendenwirbel entspricht. Durch diese Richtungsänderung in der Entwicklung der Querfortsatzanteile reduziert sich im dorsalen Bereich des Kreuzbeinflügels die Gelenkfläche zum Darmbein. Von dieser Reduktion ist vor allem der Anteil der Gelenkfläche betroffen, der kreuzbeinseitig die Grundlage des syndesmotischen Gelenkanteils darstellt.

Aus diesem Grunde ist es denkbar, daß infolge der dorsalen Reduktion im ventralen Bereich des Kreuzbeinflügels durch die Vergrößerung des „ ventralen Seitenteils " eine Kompensation dieses Verlustes versucht wird. Durch diese Anpassung soll möglicherweise einer Instabilität im Bereich des Kreuzbein-Darmbein-Gelenks entgegen gewirkt werden.

Darüber hinaus konnte an Hand der anatomischen Präparate B und C sowie der Zeichnungen in Abb. 11, 12 und 26 gezeigt werden, daß durch den " Lumbalisierungsvorgang " bedingt, die kranialen Gelenkfortsätze am 1. Sakralsegment weiter medial angelegt und wesentlich deutlicher ausgebildet sind. Auch diese Abweichung von der Norm ist möglicherweise nicht ohne Bedeutung. Es konnte gezeigt werden, daß durch die Medialverlagerung der kranialen Gelenkfortsätze eine Einengung des Kreuzbeinanteils des Spatium interarcuale lumbosacrale hervorgerufen

wird. Diese Einengung kann in klinischer Hinsicht von Bedeutung sein, da sich an dieser Stelle der Wirbelsäule die Injektionstelle für Epiduralanasthesien befindet und somit infolge der Einengung die Durchführung dieser Anästhesien erschwert werden kann. Auch eine Einschränkung der Beweglichkeit der Wirbelsäule im Lumbosakralgelenk ist durch die Medialverlagerung der kranialen Gelenkfortsätze denkbar, da durch diese Veränderung die kranialen Gelenkfortsätze deutlich mehr sagittal stehen. Vor allem die Beweglichkeit in horizontaler Richtung wäre hiervon betroffen. Doch LANG (1972) konnte in seiner Untersuchung an den Wirbelsäulen von 30 Hunden zeigen, daß die Beweglichkeit der Wirbelsäule im Lumbosakralgelenk ohnehin sehr eingeschränkt ist. So ist nach seinen Untersuchungen beim Hund in der Vertikalebene eine durchschnittliche Beweglichkeit von 13° vorhanden, während horizontal keine Beweglichkeit vorhanden ist.

Ein weiteres rontgenologisch feststellbares Kriterium für lumbosakrale Übergangswirbel im Sinne einer Lumbalisation, nämlich die Andeutung eines Spalts zwischen den Wirbelkörpern des 1. und 2. Sakralsegments, konnte auch am anatomischen Präparat B nachgewiesen werden. Diese Andeutung des Spalts, die die Loslosungstendenz eines solchen Wirbels aus dem Kreuzbeinverband unterstreicht, konnte naturlich auch als eine unvollständige Verschmelzung der beiden ersten Sakralsegmente aufgefaßt werden. Dagegen spricht allerdings die Tatsache, daß an einem solchen Wirbel morphologische Merkmale des Lendenwirbels vorhanden sind, die, handelte es sich nur um eine unvollständige Verschmelzung und nicht um einen Übergangswirbel, nicht vorhanden wären, so daß das Verhalten eines solchen Wirbels doch eher als eine Loslösungstendenz angesprochen werden sollte. Das Isolierungsbestreben des 1. Sakralsegments beschränkt sich aber nicht nur auf den Wirbelkörper, sondern ist auch am Kreuzbeinflügel vorhanden.

Am Präparat B ist dies durch die deutlich sichtbare, vertikal verlaufende Spalte im Bereich der Foramina sacralia cranialia dorsalia zu erkennen. Diese Isolierungsbestreben läßt sich auch so formulieren, daß man sagt, die kraniale Kreuzbeingrenze zeigt die Tendenz einer

Verschiebung nach kaudal. Daß diese Änderung der Kreuzbeingrenzen aber nicht nur die kraniale Grenze betrifft, sondern auch kaudal vorhanden ist, ist ebenfalls am Präparat B zu erkennen, denn hier wird die kaudale Kreuzbeingrenze durch die Facies terminalis caudalis des völlig mit dem Kreuzbein verschmolzenen 1. Schwanzwirbels gebildet, so daß das Präparat B aus insgesamt 4 Segmenten besteht.

Als abschließendes Ergebnis sowohl für den anatomischen als auch für den röntgenologischen Teil der vorliegenden Untersuchung kann gesagt werden, daß hinsichtlich der Veränderungen im Sinne einer Sakralisation die Ergebnisse von FRENKEL (1873) und GEGENBAUR (1873) wohl bestätigt werden können. Es handelt sich bei diesen Veränderungen mit großer Wahrscheinlichkeit um das Auftreten von ein- oder beidseitigen „ ventralen Seitenteilen " am Lendenwirbel, die als rudimentäre Rippenäquivalente aufgefaßt werden können.

Dagegen gilt für die Veränderungen im Sinne einer Lumbalisation nicht einfach die Umkehrung der oben genannten Definition,d.h. das Fehlen dieser „ ventralen Seitenteile " am Kreuzbein, sondern hier muß im Rahmen der vorliegenden Untersuchung abweichend von FRENKEL (1873) und GEGENBAUR (1873) eine allgemeinere Definition gelten. Diese lautet: Annahme von morphologischen Eigenschaften die normalerweise den Lendenwirbeln eigen sind. Es konnte der Verlust eines „ ventralen Seitenteils " weder am anatomischen Präparat noch, soweit dies überhaupt möglich ist, auf Rontgenaufnahmen nachgewiesen werden. Der Übergangswirbel im Sinne einer Lumbalisation hatte stets Kontakt zum Darmbein, er trat stets beidseitig auf. Aus diesem Grunde wurden die Veränderungen im Sinne einer Lumbalisation willkürlich und ohne graduelle Wertung in 4 verschiedene Formen (A, B, A/B, C) eingeteilt. Diese Gliederung diente lediglich der besseren Einteilung und Übersicht der verschiedenen morphologischen Erscheinungen.

Eine Erklärung für das stets beidseitige Auftreten von Veränderungen im Sinne einer Lumbalisation bzw. das ein- und beidseitige Auftreten von Veränderungen im Sinne einer Sakralisation ist möglicherweise in

den Ursachen der Übergangswirbel zu finden.

Wie die Untersuchungen von zahlreichen Autoren (SEARLE,1954; GRUNBERG, 1955; DEOL,1958; McLAREN und MICHIE,1958; MUNRO und BARNETT,1969) zeigen, sind diese Veränderungen wohl in erster Linie genetischen Faktoren zuzuschreiben. Es hat den Anschein, als habe eine Variation dieser Faktoren in eine bestimmte Richtung, z.B. zusätzliche Entwicklung von „ ventralen Seitenteilen " am Lendenwirbel, nicht automatisch die exakt entgegen gerichtete Variation, z.B. das Fehlen dieses „ ventralen Seitenteils " am Kreuzbein, zur Folge. Vielmehr scheint es, als wäre die Variationsbreite sehr viel weiter, so daß durchaus andere Modifikationen bei nicht regelrecht entwickelten Kreuzbeinen vorkommen können.

Die Frage, wie häufig lumbosakrale Übergangswirbel bei verschiedenen Hunderassen vorkommen und ob gegebenenfalls eine rassenspezifische Disposition vorliegt, stellte einen weiteren Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit dar. Diese Frage sollte mit Hilfe der Auswertung der HD-Röntgenaufnahmen der verschiedenen Rassen beantwortet werden, wobei bei der Auswahl der Rassen versucht wurde, diejenigen Rassen zu erfassen, die einerseits in der Untersuchung von LARSEN (1977) enthalten sind und von denen andererseits auch genügend Untersuchungsmaterial in den HD-Zentralen zur Verfügung stand. Diese Auswahl erfolgte unter dem Gesichtspunkt eines Vergleichs der im Rahmen dieser Arbeit gefundenen Ergebnisse mit den von LARSEN (1977) gefundenen Ergebnissen. Zu diesem Zweck wurde das an Hand der Auswertung der Röntgenaufnahmen gewonnene Zahlenmaterial mittels statistischer Methoden ausgewertet.

Mit Hilfe eines χ^2 - Tests konnte gezeigt werden, daß bei der untersuchten Population das Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln nicht unabhängig ist von der jeweiligen Rasse. Das bedeutet: lumbosakrale Übergangswirbel treten im Rahmen der untersuchten Population bei bestimmten Rassen häufiger auf als bei anderen. Mit einer 95%-Konfidenzintervallschätzung wurde versucht, dieses allgemein gehaltene

Ergebnis zu präzisieren.

Es konnte mit dieser Methode gezeigt werden, daß bei den untersuchten Deutschen Schäferhunden wesentlich häufiger lumbosakrale Übergangswirbel (10,3% - 12,0%) auftreten als bei den untersuchten Hunden der Rasse Boxer, Cocker Spaniel, Bobtail, Sibirischer Husky, Leonberger, während bei den untersuchten Tieren der Rasse Airedale Terrier sehr viel seltener solche Übergangswirbel vorkommen (0,3 - 2,8%). Für die untersuchten Tiere der Rassen Boxer, Cocker Spaniel, Bobtail, Sibirischer Husky, Leonberger, ergaben sich Konfidenzintervalle von 2,1% - 5,7% beim Sibirischen Husky bis 5,0% - 9,1% beim Bobtail. Bei diesen 5 Rassen ist auffällig, daß sich die Konfidenzintervalle dieser Rassen im Bereich von ca. 5 % überlagern. Dieses Ergebnis läßt die nachfolgende Interpretationsmöglichkeit zu:
Es ist möglich, daß bei den untersuchten Tieren dieser 5 Rassen lumbosakrale Übergangswirbel in einer Großenordnung von 5 % auftreten, wobei die Sicherheitswahrscheinlichkeit für diese Aussage 95 % beträgt.

Eine Erklärung für die unterschiedlichen Häufigkeiten des Auftretens von lumbosakralen Übergangswirbeln ist möglicherweise im Verbreitungsgrad der einzelnen Rassen zu finden. Beim Deutschen Schäferhund, der sicher eine der weit verbreitetsten Rassen darstellt, ist es denkbar, daß sich allein aufgrund der intensiven Züchtung die Wahrscheinlichkeit für das Entstehen von Anomalien erhöht, zumal nicht ausgeschlossen ist, daß lumbosakrale Übergangswirbel durch genetischen Faktoren entstehen können. Auf diese Weise ließe sich auch das relativ seltene Auftreten dieser Übergangswirbel beim Airedale Terrier erklären, denn allgemein gesprochen handelt es sich beim Airedale Terrier um eine " sehr gesunde Rasse ", die man sicherlich nicht als überzüchtet bezeichnen kann. Die übrigen 5 Rassen (Boxer, Cocker Spaniel, Bobtail, Sibirischer Husky, Leonberger) konnten bei der oben angeführten Betrachtungsweise zwischen den beiden Extremen Deutscher Schäferhund und Airedale Terrier eingeordnet werden. Für die Rassen Alaskan Malamute, Samojede und Rhodesian Ridgeback wurde aufgrund des geringen

Stichprobenumfangs der einzelnen Rassen keine Konfidenzintervallschätzung durchgeführt.

Um die von LARSEN (1977) gefundenen Ergebnisse mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit vergleichen zu können, müssen verschiedene Angleichungen vorgenommen werden. LARSEN (1977) gibt in seiner Untersuchung die absoluten Zahlenwerte (Stichprobenumfang, Anzahl der Tiere mit lumbosakralen Übergangswirbeln, vergl. Tab. 1) an. Darüber hinaus kommt er mit Hilfe eines χ^2 - Tests zu dem Ergebnis, daß bei den Rassen Deutscher Schäferhund, Rhodesian Ridgeback, Dobermann, Britischer Spaniel die lumbosakralen Übergangswirbel signifikant häufiger auftreten als erwartet.

Soweit möglich, werden die Ergebnisse beider Untersuchungen auf der Basis der Intervallschätzung verglichen, wo dies nicht möglich ist, wird die Punktschätzung angewandt.

Intervallschätzung

Für die Rassen Deutscher Schäferhund, Cocker Spaniel, Bobtail, Sibirischer Husky wird mit den von LARSEN (1977) gefundenen Werten (vergl. Tab. 1) eine 95%-Konfidenzintervallschätzung durchgeführt (Berechnung nach Formel III, siehe Seite 33).

Ergebnisse der Konfidenzintervallschätzung

	LARSEN	vorliegende Arbeit
Deutscher Schäferhund	3,5 % - 5,1 %	10,3 % - 12,0 %
Cocker Spaniel	0,6 % - 8,7 %	3,1 % - 5,4 %
Bobtail	0,8 % - 2,1 %	5,0 % - 9,1 %
Sibirischer Husky	0,1 % - 1,2 %	2,1 % - 5,7 %

Punktschätzung

Für die Rassen Boxer, Airedale Terrier, Alaskan Malamute, Samojede, Rhodesian Ridgeback wird der Vergleich auf der Basis einer Punktschätzung durch geführt, d.h. es werden mit Hilfe des Stichprobenumfangs und der Anzahl der Tiere mit lumbosakralen Übergangswirbeln die relativen Häufigkeiten in %-Werten berechnet. Dieses etwas un-

genauere Verfahren ist notwendig, weil für die Rassen Boxer und Airedale Terrier die von LARSEN (1977) gefundenen Werte und für die Rassen Alaskan Malamute, Samojede, Rhodesian Ridgeback die im Rahmen der vorliegenden Arbeit gefundenen Werte den Bedingungen für die Durchführung der Konfidenzintervallschätzung nicht genügen (siehe Seite 33 und 87).

Ergebnisse der Punktschätzung

	LARSEN	vorliegende Arbeit
Boxer	1,6 %	5,1 %
Airedale Terrier	3,2 %	1,6 %
Alaskan Malamute	2,7 %	4,4 %
Samojede	2,0 %	5,5 %
Rhodesian Ridgeback	7,9 %	16,7 %

Der Vergleich der Ergebnisse beider Untersuchungen zeigt, daß im Rahmen der vorliegenden Untersuchung fast bei allen Rassen höhere Werte gefunden wurden als von LARSEN (1977). Die Rassen Cocker Spaniel und Airedale Terrier bilden eine Ausnahme, hier liegen die Werte unter denen von LARSEN (1977). Die Rasse Leonberger wurde im Vergleich nicht berücksichtigt, da sie von LARSEN (1977) nicht untersucht wurde.

Im Folgenden soll versucht werden, diese unterschiedlichen Ergebnisse zu erklären.

Da es sich bei der Untersuchung von LARSEN (1977) nicht um eine gezielte Untersuchung handelt, sondern um die Auswertung von Zufallsbefunden, ist es durchaus möglich, daß lumbosakrale Übergangswirbel wesentlich häufiger auftreten als von LARSEN (1977) festgestellt. Insbesondere können Übergangswirbel im Sinne einer Lumbalisation auf Röntgenaufnahmen leicht übersehen werden, wenn man nicht gezielt nach ihnen sucht. Dies gilt besonders für die Form A, da diese Veränderungen vergleichsweise geringe Abweichungen von den Normalverhältnissen zeigen. Möglicherweise ist dies eine Erklärung für die

vergleichsweise hohen Prozentwerte bei der Rasse Deutscher Schäferhund, da hier im Vergleich zu den anderen Rassen die lumbosakralen Übergangswirbel der Form Lumbalisation A wesentlich häufiger auftreten (vergl. Tab. 16). Weiterhin muß festgehalten werden, daß in der Untersuchung von LARSEN (1977) die Beurteilbarkeit der Röntgenaufnahmen hinsichtlich des Auftretens von lumbosakralen Übergangswirbeln nicht berücksichtigt wurde.

Wie die vorliegende Untersuchung gezeigt hat, sind nicht alle Röntgenaufnahmen, die eine Beurteilung hinsichtlich der HD erlauben, auch gleichzeitig beurteilbar hinsichtlich des Auftretens von lumbosakralen Übergangswirbeln. Auch diese Überlegung führt zu dem Schluß, daß die relativen Häufigkeiten aus der Untersuchung von LARSEN (1977) eher zu gering sind, da die Bezugsgröße (Stichprobenumfang) zu hoch angesetzt wurde.

Bei der Rasse Cocker Spaniel überbrückt das mit Hilfe der Werte von LARSEN (1977) berechnete 95%-Konfidenzintervall einen wesentlich weiteren Raum (0,6% - 8,7%) und liegt mit seiner oberen Grenze von 8,7 % deutlich über der oberen Grenze des mit Hilfe der Werte aus der vorliegenden Untersuchung errechneten 95%-Konfidenzintervalls (3,1% - 5,4%). Berücksichtigt man, daß bei einer Konfidenzintervallschätzung die Aussage mit zunehmendem Stichprobenumfang präziser wird (je größer n, desto enger das Intervall), so unterscheiden sich die beiden zu vergleichenden Konfidenzintervalle möglicherweise kaum voneinander. Die Rasse Cocker Spaniel umfaßte bei LARSEN (1977) 129 Tiere, während in der vorliegenden Arbeit die Röntgenaufnahmen von 1315 Tieren beurteilt wurden.

Der Vergleich der Werte bei der Rasse Airedale Terrier erlaubt eine ähnliche Interpretation wie bei der Rasse Cocker Spaniel. Auch hier wurden von LARSEN (1977) vergleichsweise wenige Röntgenaufnahmen beurteilt (LARSEN (1977) 67, vorliegende Arbeit:448). Darüber hinaus fand bei dieser Rasse der Vergleich auf der Basis einer Punktschätzung statt, was die Aussagekraft des Vergleichs der beiden Ergebnisse ohnehin schmälert.

Beim Vergleich der Ergebnisse beider Untersuchungen für die Rasse Rhodesian Ridgeback erscheint das Ergebnis von LARSEN (1977) (7,9%) wesentlich realistischer als das Ergebnis aus der vorliegenden Untersuchung (16,7%), da von LARSEN (1977) etwa das 8-fache an Röntgenaufnahmen untersucht wurde.

Ein weiterer Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bestand darin festzustellen, ob bei den Tieren der untersuchten Rassen ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln und der HD besteht. Diese Überprüfung wurde ebenfalls mit Hilfe eines χ^2 - Tests durchgeführt. Als Ergebnis konnte festgestellt werden, daß i.a. kein Zusammenhang besteht. Einzig die Rasse Boxer bildete eine Ausnahme. Hier ist die Gruppe der Hunde, die HD haben und gleichzeitig lumbosakrale Übergangswirbel zeigen, deutlich überrepräsentiert, d.h. diese Kombination tritt signifikant häufiger auf als erwartet (vergl.Tab. 28 a).

Die Interpretation des Zusammenhangs von HD und lumbosakralen Übergangswirbeln hängt nun von der Fragestellung ab. Es ist möglich, daß bei den Tieren, die eine HD zeigen, vermehrt lumbosakrale Übergangswirbel auftreten, oder aber umgekehrt, d.h. bei Tieren mit lumbosakralen Übergangswirbeln tritt häufiger eine HD auf.

Die zweite Variante erscheint meines Erachtens plausibler. Es ist denkbar, daß bei den untersuchten Tieren der Rasse Boxer die HD häufiger vorkommt, wenn diese Tiere gleichzeitig lumbosakrale Übergangswirbel zeigen. Eine Erklärung hierfür ergibt sich möglicherweise aus der Beantwortung der Frage, welche Tiere als HD-positiv bzw. als HD-negativ bezeichnet werden. In der vorliegenden Arbeit wurde wie folgt definiert:
HD-negativ sind diejenigen Tiere, bei denen als Ergebnis der HD-Beurteilung der Befund HD-frei oder HD-Übergangsform (früher: verdächtig für HD) erhoben wurde.

HD-positiv sind diejenigen Tiere, die bei der HD-Beurteilung in die Kategorien HD-leicht, HD-mittel, HD-schwer eingestuft wurden.

Diese Einteilung wurde zum einen aus Gründen der besseren Übersicht gewählt. Das Hauptargument für diesen Einteilungsmodus ergibt sich aber aus der Problematik der Einstufung der Tiere in die verschiedenen HD-Grade. So kann die Einstufung eines Tieres in die Gruppe HD-frei bzw. HD-Übergangsform durchaus Schwierigkeiten bereiten, da zwischen diesen beiden Graden auch fliessende Übergänge vorkommen, so daß die Festlegung des HD-Status bei diesen beiden Gruppen nicht selten von der subjektiven Auffassung des beurteilenden Tierarztes abhängt. Diese Problematik existiert bei der Fragestellung HD-Übergangsform oder HD-leicht in bedeutend geringerem Maß, da für diese Einteilung sehr viel objektivere Kriterien zur Verfügung stehen.

Nicht zuletzt aufgrund dieser Einteilung wäre es somit denkbar, daß bei den untersuchten Tieren der Rassen Boxer häufiger der Befund HD-positiv festgestellt wurde, wenn gleichzeitig lumbosakrale Übergangswirbel vorhanden waren. Es ist denkbar, daß durch das Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln zwar keine HD hervorgerufen wird, aber möglicherweise wird durch diese Übergangswirbel eine vorhandene HD verstärkt bzw. wird ein Tier demzufolge nicht mehr als HD-Übergangsform sondern als HD-leicht beurteilt. Daß für die untersuchten Tiere der Rasse Boxer eine derartige Erklärung möglich erscheint, läßt sich durch eine Betrachtung der in Tabelle 17 zusammengefaßten Zahlenwerte zeigen. Hier ist auffällig, daß bei dieser Rasse vergleichsweise viele Tiere mit lumbosakralen Übergangswirbeln in die HD-Kategorien leicht, mittel, schwer eingestuft wurden.

Hinsichtlich der Entstehung der verstärkten Ausbildung einer HD wäre denkbar, daß es durch lumbosakrale Übergangswirbel, und hier insbesondere durch Veränderungen im Sinne einer Sakralisation, in Folge der zusätzlichen Ausbildung von „ ventralen Seitenteilen " zu durch Druck bedingten Veränderungen an der Darmbeinschaufel kommen kann, wodurch möglicherweise eine Beckenasymmetrie entsteht, die ihrerseits wiederum eine Veränderung der Statik im Bereich der Hüftgelenke bedingen könnte. Auf diese Weise könnte eine vorhandene Arthrose durch sekundäre Einwirkungen durchaus verstärkt werden. Daß derartige

Beckenasymmetrien beim Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln vorkommen, konnte in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden. Aber auch LARSEN (1977) und MORGAN (1968), OLSSON und KASSTRÖM (1977) sowie WEGNER (1959) beschrieben solche Beckenasymmetrien.

Hinsichtlich der Fragestellung warum dieser Zusammenhang zwischen dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln und der HD nur bei den untersuchten Boxerhunden festgestellt wurde, muß die vorliegende Arbeit eine Erklärung schuldig bleiben. Es ist aber denkbar, daß diese Rasse hinsichtlich des Entstehens von sekundär bedingten Knochenveränderungen eine Besonderheit darstellt, da der Boxer bekanntermaßen eine besondere Disposition für das Auftreten von Anomalien und Wirbelsäulenveränderungen aufweist.

In der Untersuchung von LARSEN (1977) konnte bei keiner der untersuchten Rassen ein Zusammenhang zwischen HD und dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln festgestellt werden, also auch nicht bei der Rasse Boxer. Als Bemerkung hierzu soll aber noch erwähnt werden, daß von LARSEN (1977) nur sehr wenig Boxerhunde (61) untersucht wurden und zudem aus seiner Untersuchung nicht hervorgeht, welche Stufen der HD-Einteilung seiner Untersuchung zugrunde liegen.

Als abschließende Frage galt zu klären, ob lumbosakrale Übergangswirbel eine geschlechtsspezifische Häufung zeigen. Hinsichtlich dieser Fragestellung konnte ebenfalls mittels eines χ^2 - Tests gezeigt werden, daß eine solche Häufung nicht vorliegt, d.h. die empirisch ermittelten Haufigkeiten zeigen keine entsprechenden Abweichungen von den erwarteten Häufigkeiten .

Hinsichtlich dieser Frage kommt LARSEN (1977) zum selben Ergebnis.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde das Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln bei Hunden 10 verschiedener Rassen untersucht.

Die unterschiedlichen Formen dieser Übergangswirbel wurden an Hand von anatomischen Praparaten sowie Röntgenaufnahmen beschrieben und erläutert.

Darüber hinaus konnte gezeigt werden, daß innerhalb der untersuchten Population lumbosakrale Übergangswirbel nicht bei allen Rassen gleich häufig auftreten. So waren bei den Tieren der Rasse Deutscher Schäferhund wesentlich haufiger lumbosakrale Übergangswirbel festzustellen als bei den anderen Rassen. Bei den untersuchten Tieren der Rasse Airedale Terrier kamen diese Übergangswirbel am seltensten vor.

Weiterhin galt zu klären, ob zwischen dem Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln und der Hüftgelenksdysplasie ein Zusammenhang besteht. Hier konnte mit Hilfe statistischer Tests gezeigt werden, daß i.a. kein Zusammenhang besteht. Eine Ausnahme bildeten die untersuchten Tiere der Rasse Boxer. Hier trat die Kombination lumbosakraler Übergangswirbel mit gleichzeitiger Hüftgelenksdysplasie signifikant häufiger auf als erwartet. Möglicherweise entsteht dieser Zusammenhang dadurch, daß durch das zusätzliche Auftreten von lumbosakralen Übergangswirbeln eine geringgradige Hüftgelenksdysplasie durch sekundäre Einflüsse in ihrer Ausprägung verstärkt wird.

Eine geschlechtsspezifische Häufung von lumbosakralen Übergangswirbeln konnte in der vorliegenden Arbeit nicht festgestellt werden.

Summary

In this study the appearance of lumbosacral transitional vertebrae in dogs of 10 different breeds was investigated. Describing anatomic preparations and radiographs the various forms of those transitional vertebrae were explained.

It was shown that within the examined population lumbosacral transitional vertebrae vary in frequency among all breeds. In German shepherd dogs lumbosacral transitional vertebrae were essentially more common than in the other breeds. Among the investigated animals Airedale terriers showed those transitional vertebrae the least frequent.

In addition it had to be clarified whether there is a relation between the appearance of lumbosacral transitional vertebrae and hip dysplasia. Statistic tests proved that no such relation exist, except in the examined Boxers. They showed the combination of lumbosacral transitional vertebrae with simultaneous hip dysplasia significantly more frequent than expected. The cause for this relation possibly could be explained as follows: mild forms of hip dysplasia with concomitant lumbosacral transitional vertebrae deteriorate under secondary influences.

A sex specific accumulation of lumbosacral transitional vertebrae could not be established in this study.

6. LITERATURVERZEICHNIS

BARDEEN, C.R.:
Vertebral variations in the humann adult and embryo.
Anat. Anz. 25, 1904, 497

BARONE, R.:
Anatomie comparée des Mammifères domestiques.
Tome I. Osteologie. Texte et atlas.
Paris: Vigot Edition 1976

BLUMENSAAT, C., und C. CLASING:
Anatomie und Klinik der lumbosakralen Übergangswirbel
(Sakralisation und Lumbalisation).
Ergeb. Chir. Orthop. 25, 1932, 1

BUDRAS, K.D., T. NITSCHKE und H.J. VOGEL:
Anleitung zur topographischen und systematischen
Präparation des Hundes.
Med. Vet. Präparieranleitung
Berlin: K.D. Budras 1974

CHAUVEAU, A.:
Traité d'Anatomie comparée des Animaux domestiques.
Paris: Libr. J.-B. Baillière et fils 1890, 4° Edit.

DANFORTH, M.S., and P.D. WILSON:
The anatomy of the lumbosacral region in relation to
sciatic pain.
J.Bone Joint Surg. 7, 1925, 109-160

DEOL, M.S.:
Genetical studies on the skeleton of the mouse. XXIV.
Further data on skeletal variation on wild populations.
J. Embryol. exp. Morph. 6, 1958, 569-574

DEOL, M.S., and G.M. TRUSLOVE:
Genetical studies on the skeleton of the mouse. XX. Maternal physiology and variation in the skeleton of C 57 BL mice.
J. Genet. 55, 1957, 288-312

FRENKEL, F.:
Beiträge zur anatomischen Kenntnis des Kreuzbeines der Säugethiere.
Jena. Zschr. Med. Naturw. 7, 1873, 391-437

GEGENBAUR, C.:
Beiträge zur Kenntnis des Beckens der Vögel.
Jena. Zschr. Med. Naturw. 6, 1871, 157-220

GEGENBAUR, C.:
Zur Bildungsgeschichte lumbosacraler Übergangswirbel.
Jena. Zschr. Med. Naturw. 7, 1873, 438-440

GEMBARDT, C.:
Spondylarthropathia deformans der Kreuzdarmbeingelenke und ihre Beziehung zur Spondylopathia deformans des Lumbosakralgelenkes.
Berl. Münch. tierärztl. Wochenschr. 87, 1974, 432-437

GROTE, W., und H. LENNARTZ:
Embryonale Fehlentwicklung bei Kaninchen nach künstlicher Hypothermie.
Z. Anat. Entwicklungsgesch. 126, 1968, 342-354

GRÜNEBERG, H.:
Genetical studies on the skeleton of the mouse. XV. Relation between major and minor variants.
J. Genet. 53, 1955, 515-535

HARTUNG, J., B. ELPELT und K.H. KLÖSENER:
Statistik - Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik.
München, Wien: Oldenbourg 1984, 2. Aufl.

HOERLEIN, B.F.:
Canine Neurology, Diagnosis and Treatment.
Philadelphia: W.B. Saunders Co.1965, 113-114

HOLL, M.:
Über die richtige Deutung der Querfortsätze der Lendenwirbel und die Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen.
Sitzungsb. d.K. Akad. d. Wiss. Math. Naturw. Klasse zu Wien. 85, 1882, 181-232

JUNGHANNS, H., und G. SCHMORL:
Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik.
Stuttgart: Thieme 1957

KOCH, T.:
Lehrbuch der Veterinär - Anatomie.
Bd. 1, Bewegungsapparat.
Jena: VEB Gustav Fischer 1976, 3. Aufl.

LANG, B.:
Bewegungsmessungen an der Wirbelsäule von Hund und Katze.
Gießen: Vet. Med. Diss., 1972

LANGE, M.:
Lehrbuch der Orthopädie.
Bd. 1, angeborene Erkrankungen.
Stuttgart: Thieme 1971

LARSEN, J.S.:
Lumbosacral Transitional Vertebrae in The Dog.
J. Am. Vet. Rad. Soc. 18, 1977, 76-79

LESBRE, F.X.:
Sur quelques anomalies vertébrales.
J. Méd. Vét. Zootech. 1914, 193-210

LESBRE, F.X.:
Traité de Tératologie de l'Homme et des Animaux domestiques.
Paris: Vigot Frères Edition 1927

McLAREN, A., and D. MICHIE:
Factors affecting vertebral variation in mice.
4. Experimental proof of uterine basis of maternal effect.
J. Embryol. exp. Morph. 6, 1958, 645-659

MILLER, M.E.; H.E. EVANS and G.C. CHRISTENSEN:
Anatomy of the Dog.
Philadelphia: w.B. Saunders Co. 1979, 2. Edit.

MORGAN, J.P.:
Congenital Anomalies of the Vertebral Column of the Dog.
A Study of the Incidence and Significance Based on a Radiographic and Morphologic Study.
J. Am. Vet. Rad. Soc. 9, 1968, 21-29

MORGAN, J.P.:
Radiology of Veterinary Orthopedics.
Philadelphia: Lea and Febiger 1972, 243

MUNRO, K.M.H., and S.A. BARNETT:
Variation of the lumbar vertebrae of mice at two environmental temperatures.
J. Embryol. exp. Morph. 21, 1969, 97-103

NATHAN, N., and B. ARENSBURGH:
An unusal variation of the fifth lumbar and sacral vertebrae: a possible cause of vertebral canal narrowing.
Anat. Anz. 132, 1972, 137-148

NICKEL, R., A. SCHUMMER, E. SEIFERLE, J. FREWEIN und K.-H. WILLE:
Passiver Bewegungsapparat, Skelettsystem.
in: NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE:
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band 1.
Berlin, Hamburg: Parey: 1984, 5. Aufl.

OLSSON, S.T., and H. KASSTRÖM:
Etiology and Pathogenesis of Canine Hip Dysplasia.
Proceedings Canine Hip Dysplasia Symposium and Workshop.
St. Louis, MO: 1972, 24

PATERSON, A.M.:
The human sacrum.
Scientific transaction of the Royal Dublin Society.
5, 1893, 123

PFANZAGL, J.:
Allgemeine Methodenlehre der Statistik II.
Berlin, New York: de Gruyter 1978

POMMER, A.:
Die Spondylitis Deformans und Spondyarthritis Ankylopoietica bei Hunden und Katzen im Roentgenbilde.
Wien. tierärztl. Monatsschr. 20, 1933, 129-146

ROSENBERG, E.:
Bemerkungen über den Modus des Zustandekommens der Regionen an der Wirbelsäule des Menschen.
Morph. Jahrb. 36, 1907, 609-659

RUSSEL, L.B., and W.L. RUSSEL:
Changes of the relative proportions of different axial skeletal types within inbred of mice brought about by X-irradiation at critical stages in embryonic development.
Genetics. 35, 1950, 689

SACHS, L.:
Statistische Methoden:
Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1982, 5. Aufl.

SCHAICH, E., D. KÖHLE, W. SCHWEITZER und F. WEGNER:
Statistik für Volkswirte, Betriebswirte und Soziologen.
München: Vahlen 1982

SCHWARTZ, S.L.:
Principles of Surgery.
New York: McGraw-Hill Inc. 1969, 1548

SEARLE, A.G.:
Genetical studies on the skeleton of the mouse. IX. Causes of skeletal variations within pure lines.
J. Genet. 52, 1954, 68-102

SIMOENS, P., N.R. DE VOS et H. LAUWERS:
Variations des vertêbres lombales et sacrales de la chêvre.
Zentralbl. Veterinärmed. C. Anat. Histol. Embryol. 7, 1978, 214-255

SIMOENS, P., N.R. DE VOS, H. LAUWERS en M. NICAISE:
Overgangswervels bij de geit. Een beschrijvend anatomisch onderzoek.
Vlaams Diergeneesk. Tijdschr. 48, 1979, 115-130

SISSON, S., and J.D. GROSSMAN:
The Anatomy of Domestic Animals.
Philadelphia: W.B. Saunders Co. 1975

STIEVE, H.:
Bilaterale Asymmetrien im Bau des menschlichen Rumpfskelettes.
Z. Anat. Entwicklungsgesch. 60, 1921, 307-409

SUTER, P.:
Vortrag über Röntgendiagnostik beim Kleintier.
Augsburg: 1974

WEGNER, R.N.:
Lumbosacrale Übergangswirbel bei einer Gabelantilope.
Anat. Anz. 107, 1959, 279-290

WILLIS, T.A.:
An analysis of vertebral anomalies.
Am. J. Surg. 6, 1929, 163-168

WINCKLER, G.:
Contribution à l'étude du sacrum irrégulier et asymétriques chez certains mammifères et chez l'Homme.
Arch. Anat. Hist. Embr. 32, 1949, 181-200

ZIETZSCHMANN, O.:
Das Skeletsystem. Der passive Bewegungsapparat.
in: ELLENBERGER, W., und H. BAUM:
Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.
Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1943, 18. Aufl.

7. Tabellarischer Anhang

Erläuterungen zu den Tabellen 16 bis 36 (a und b)

Abkürzungen der Rassen:

AM : Alaskan Malamute
AT : Airedale Terrier
BOB : Bobtail
BOX : Boxer
CS : Cocker Spaniel
DSH : Deutscher Schäferhund
LEO : Leonberger
RR : Rhodesian Ridgeback
SAM : Samojede
SH : Sibirischer Husky

Weitere Abkürzungen:

ÜW : Übergangswirbel
G : Geschlecht
M : männlich
W : weiblich

Tabelle 26 sowie Tabelle 27 (a und b) bis 36 (a und b)

Die in diesen Kontingenztafeln aufgeführten Zahlenwerte ohne Klammer stellen die empirischen Häufigkeiten (n_{jk}) dar.

Die Werte ( ) stellen die nach Formel (I) (siehe Seite 31) errechneten zu erwartenden Häufigkeiten (θ_{jk}) dar.

Zu Tabelle 27a bis 36a

HD ja : In dieser Kategorie sind die Gruppen HD-leicht, -mittel, -schwer zusammengefaßt.

HD nein: In dieser Kategorie sind die Gruppen HD-frei und HD-Übergangsform zusammengefaßt.

Tabelle 16 DSH lumbosakrale Übergangswirbel

HD	Z	ÜW	S_G	S_B	S_E	L_G	L_A	L_B	$L_{A/B}$	L_C
f	373	74	13	2	11	61	40	9	5	7
u	2094	238	48	13	35	190	117	33	10	30
l	2191	252	44	9	35	208	132	43	4	29
m	468	62	7	2	5	55	41	8	2	4
s	56	6	2	1	1	4	0	3	0	1
n	5682	632	114	27	87	518	330	96	21	71

HD: Hüftgelenksdysplasie
f : HD-frei, kein Hinweis für HD
u : HD-Übergangsform
l : leichte HD
m : mittlere HD
s : schwere HD
n : Summe

Z : Gesamtanzahl
ÜW: Übergangswirbel
S_G: Sakralisationen, gesamt
S_B: Sakralisationen, beidseitig
S_E: Sakralisationen, einseitig

L_G : Lumbalisationen, gesamt
L_A : Lumbalisationen, Form A
L_B : Lumbalisationen, Form B
$L_{A/B}$: Lumbalisationen, Form A/B
L_C : Lumbalisationen, Form C

Tabelle 17 BOX lumbosakrale Übergangswirbel

HD	Z	UW	S_G	S_B	S_E	L_G	L_A	L_B	$L_{A/B}$	L_C
f	733	23	10	4	6	13	1	6	1	5
ü	1072	41	18	5	13	23	12	5	3	3
l	1079	59	27	8	19	32	10	12	0	10
m	353	32	22	5	17	10	1	4	0	5
s	63	12	8	3	5	4	1	0	0	3
n	3300	167	85	25	60	82	25	27	4	26

HD: Hüftgelenksdysplasie
f : HD-frei, kein Hinweis für HD
ü : HD-Übergangsform
l : leichte HD
m : mittlere HD
s : schwere HD
n : Summe

Z : Gesamtanzahl
ÜW: Übergangswirbel
S_G: Sakralisationen, gesamt
S_B: Sakralisationen, beidseitig
S_E: Sakralisationen, einseitig

L_G : Lumbalisationen, gesamt
L_A : Lumbalisationen, Form A
L_B : Lumbalisationen, Form B
$L_{A/B}$: Lumbalisationen, Form A/B
L_C : Lumbalisationen, Form C

Tabelle 18 CS			lumbosakrale Übergangswirbel							
HD	Z	ÜW	S_G	S_B	S_E	L_G	L_A	L_B	$L_{A/B}$	L_C
f	573	19	5	3	2	14	9	2	0	3
ü	434	23	7	3	4	16	9	3	0	4
l	219	9	1	1	0	8	7	1	0	0
m	78	3	1	0	1	2	2	0	0	0
s	11	2	1	0	1	1	1	0	0	0
n	1315	56	15	7	8	41	28	6	0	7

HD: Hüftgelenksdysplasie
f : HD-frei, kein Hinweis für HD
ü : HD-Übergangsform
l : leichte HD
m : mittlere HD
s : schwere HD
n : Summe

Z : Gesamtanzahl
ÜW: Übergangswirbel
S_G: Sakralisationen, gesamt
S_B: Sakralisationen, beidseitig
S_E: Sakralisationen, einseitig

L_G : Lumbalisationen, gesamt
L_A : Lumbalisationen, Form A
L_B : Lumbalisationen, Form B
$L_{A/B}$: Lumbalisationen, Form A/B
L_C : Lumbalisationen, Form C

Tabelle 19 BOB lumbosakrale Übergangswirbel

HD	Z	ÜW	S_G	S_B	S_E	L_G	L_A	L_B	$L_{A/B}$	L_C
f	244	18	10	3	7	8	3	3	0	2
ü	167	9	4	2	2	5	3	2	0	0
l	109	9	6	4	2	3	1	1	1	0
m	78	8	3	2	1	5	3	1	1	0
s	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	624	44	23	11	12	21	10	7	2	2

HD: Hüftgelenksdysplasie
f : HD-frei, kein Hinweis für HD
ü : HD-Übergangsform
l : leichte HD
m : mittlere HD
s : schwere HD
n : Summe

Z : Gesamtanzahl
ÜW: Übergangswirbel
S_G: Sakralisationen, gesamt
S_B: Sakralisationen, beidseitig
S_E: Sakralisationen, einseitig

L_G : Lumbalisationen, gesamt
L_A : Lumbalisationen, Form A
L_B : Lumbalisationen, Form B
$L_{A/B}$: Lumbalisationen, Form A/B
L_C : Lumbalisationen, Form C

Tabelle 20 LEO lumbosakrale Übergangswirbel

HD	Z	ÜW	S_G	S_B	S_E	L_G	L_A	L_B	$L_{A/B}$	L_C
f	111	6	0	0	0	6	3	1	0	2
ü	152	11	2	0	2	9	5	3	0	1
l	92	5	0	0	0	5	3	1	0	1
m	73	4	0	0	0	4	3	1	0	0
s	51	6	1	0	1	5	2	3	0	0
n	479	32	3	0	3	29	16	9	0	4

HD: Hüftgelenksdysplasie
f : HD-frei, kein Hinweis für HD
ü : HD-Übergangsform
l : leichte HD
m : mittlere HD
s : schwere HD
n : Summe

Z : Gesamtanzahl
ÜW: Übergangswirbel
S_G: Sakralisationen, gesamt
S_B: Sakralisationen, beidseitig
S_E: Sakralisationen, einseitig

L_G : Lumbalisationen, gesamt
L_A : Lumbalisationen, Form A
L_B : Lumbalisationen, Form B
$L_{A/B}$: Lumbalisationen, Form A/B
L_C : Lumbalisationen, Form C

Tabelle 21 SH lumbosakrale Übergangswirbel

HD	Z	ÜW	S_G	S_B	S_E	L_G	L_A	L_B	$L_{A/B}$	L_C
f	288	13	8	5	3	5	2	2	0	1
ü	150	5	2	1	1	3	1	2	0	0
l	38	1	0	0	0	1	1	0	0	0
m	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	486	19	10	6	4	9	4	4	0	1

HD: Hüftgelenksdysplasie
f : HD-frei, kein Hinweis für HD
ü : HD-Übergangsform
l : leichte HD
m : mittlere HD
s : schwere HD
n : Summe

Z : Gesamtanzahl
ÜW: Übergangswirbel
S_G: Sakralisationen, gesamt
S_B: Sakralisationen, beidseitig
S_E: Sakralisationen, einseitig

L_G : Lumbalisationen, gesamt
L_A : Lumbalisationen, Form A
L_B : Lumbalisationen, Form B
$L_{A/B}$: Lumbalisationen, Form A/B
L_C : Lumbalisationen, Form C

Tabelle 22 AT lumbosakrale Übergangswirbel

HD	Z	ÜW	S_G	S_B	S_E	L_G	L_A	L_B	$L_{A/B}$	L_C
f	267	4	2	0	2	2	1	1	0	0
ü	135	2	1	0	1	1	1	0	0	0
l	30	1	0	0	0	1	0	1	0	0
m	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	448	7	3	0	3	4	2	2	0	0

HD: Hüftgelenksdysplasie
f : HD-frei, kein Hinweis für HD
ü : HD-Übergangsform
l : leichte HD
m : mittlere HD
s : schwere HD
n : Summe

Z : Gesamtanzahl
ÜW: Übergangswirbel
S_G: Sakralisationen, gesamt
S_B: Sakralisationen, beidseitig
S_E: Sakralisationen, einseitig

L_G : Lumbalisationen, gesamt
L_A : Lumbalisationen, Form A
L_B : Lumbalisationen, Form B
$L_{A/B}$: Lumbalisationen, Form A/B
L_C : Lumbalisationen, Form C

Tabelle 23 AM lumbosakrale Übergangswirbel

HD	Z	ÜW	S_G	S_B	S_E	L_G	L_A	L_B	$L_{A/B}$	L_C
f	27	1	0	0	0	1	1	0	0	0
ü	32	2	1	1	0	1	1	0	0	0
l	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m	10	1	0	0	0	1	1	0	0	0
s	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	90	4	1	1	0	3	3	0	0	0

HD: Hüftgelenksdysplasie
f : HD-frei, kein Hinweis für HD
ü : HD-Übergangsform
l : leichte HD
m : mittlere HD
s : schwere HD
n : Summe

Z : Gesamtanzahl
ÜW: Übergangswirbel
S_G: Sakralisationen, gesamt
S_B: Sakralisationen, beidseitig
S_E: Sakralisationen, einseitig

L_G : Lumbalisationen, gesamt
L_A : Lumbalisationen, Form A
L_B : Lumbalisationen, Form B
$L_{A/B}$: Lumbalisationen, Form A/B
L_C : Lumbalisationen, Form C

Tabelle 24 SAM lumbosakrale Übergangswirbel

HD	Z	ÜW	S_G	S_B	S_E	L_G	L_A	L_B	$L_{A/B}$	L_C
f	23	1	0	0	0	1	0	1	0	0
ü	24	2	1	0	1	1	1	0	0	0
l	9	1	0	0	0	1	0	0	0	1
m	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	73	4	1	0	1	3	1	1	0	1

HD: Hüftgelenksdysplasie
f : HD-frei, kein Hinweis für HD
ü : HD-Übergangsform
l : leichte HD
m : mittlere HD
s : schwere HD
n : Summe

Z : Gesamtanzahl
ÜW: Übergangswirbel
S_G: Sakralisationen, gesamt
S_B: Sakralisationen, beidseitig
S_E: Sakralisationen, einseitig

L_G : Lumbalisationen, gesamt
L_A : Lumbalisationen, Form A
L_B : Lumbalisationen, Form B
$L_{A/B}$: Lumbalisationen, Form A/B
L_C : Lumbalisationen, Form C

Tabelle 25 RR lumbosakrale Übergangswirbel

HD	Z	ÜW	S_G	S_B	S_E	L_G	L_A	L_B	$L_{A/B}$	L_C
f	14	3	0	0	0	3	2	1	0	0
ü	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
l	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0
m	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
n	24	4	1	1	0	3	2	1	0	0

HD: Hüftgelenksdysplasie
f : HD-frei, kein Hinweis für HD
ü : HD-Übergangsform
l : leichte HD
m : mittlere HD
s : schwere HD
n : Summe

Z : Gesamtanzahl
ÜW: Übergangswirbel
S_G: Sakralisationen, gesamt
S_B: Sakralisationen, beidseitig
S_E: Sakralisationen, einseitig

L_G : Lumbalisationen, gesamt
L_A : Lumbalisationen, Form A
L_B : Lumbalisationen, Form B
$L_{A/B}$: Lumbalisationen, Form A/B
L_C : Lumbalisationen, Form C

Tabelle 26 Kontingenztafel ÜW/Rasse

	ÜW		
Rasse	ja	nein	Summe
DSH	632 (440) ((441))	5050 (5242) ((5241))	5682
BOX	167 (255) ((256))	3133 (3045) ((3044))	3300
CS	56 (102)	1259 (1213)	1315
BOB	44 (48)	580 (576)	624
SH	19 (38)	467 (448)	486
LEO	32 (37)	447 (442)	479
AT	7 (35)	441 (413)	448
AM	4 (7)	86 (83)	90
SAM	4 (6)	69 (67)	73
RR	4 (2)	20 (22)	24
Summe 1 Summe 2	969 957	11552 11377	12521 12334

Werte (( )): Erwartete Werte unter Nichtberücksichtigung der Rassen AM, SAM, RR, sofern abweichend von Werten ( ).
Summe 1 : Summe der Rassen DSH-RR
Summe 2 : Summe der Rassen DSH-AT

Tabelle 27a Kontingenztafel ÜW/HD für DSH

DSH	ÜW		
HD	ja	nein	Summe
ja	320 (302)	2395 (2413)	2715
nein	312 (330)	2655 (2637)	2967
Summe	632	5050	5682

Tabelle 27b Kontingenztafel ÜW/G für DSH

DSH	ÜW		
G	ja	nein	Summe
M	271 (291)	2341 (2321)	2612
W	361 (341)	2709 (2729)	3070
Summe	632	5050	5682

Tabelle 28a Kontingenztafel ÜW/HD für BOX

BOX	ÜW		
HD	ja	nein	Summe
ja	103 (76)	1392 (1419)	1495
nein	64 (91)	1741 (1714)	1805
Summe	167	3133	3300

Tabelle 28b Kontingenztafel ÜW/G für BOX

BOX	ÜW		
G	ja	nein	Summe
M	85 (76)	1407 (1416)	1492
W	82 (91)	1726 (1717)	1808
Summe	167	3133	3300

Tabelle 29a Kontingenztafel ÜW/HD für CS

CS	ÜW		
HD	ja	nein	Summe
ja	14 (13)	294 (295)	308
nein	42 (43)	965 (964)	1007
Summe	56	1259	1315

Tabelle 29b Kontingenztafel ÜW/G für CS

CS	ÜW		
G	ja	nein	Summe
M	15 (15)	339 (339)	354
W	41 (41)	920 (920)	961
Summe	56	1259	1315

Tabelle 30a Kontingenztafel ÜW/HD für BOB

BOB	ÜW		
HD	ja	nein	Summe
ja	17 (15)	196 (198)	213
nein	27 (29)	384 (382)	411
Summe	44	580	624

Tabelle 30b Kontingenztafel ÜW/G für BOB

BOB	ÜW		
G	ja	nein	Summe
M	21 (17)	220 (224)	241
W	23 (27)	360 (356)	383
Summe	44	580	624

Tabelle 31a Kontingenztafel ÜW/HD für LEO

LEO	ÜW		
HD	ja	nein	Summe
ja	15 (14)	201 (202)	216
nein	17 (18)	246 (245)	263
Summe	32	447	479

Tabelle 31b Kontingenztafel ÜW/G für LEO

LEO	ÜW		
G	ja	nein	Summe
M	6 (11)	153 (148)	159
W	26 (21)	294 (299)	320
Summe	32	447	479

Tabelle 32a Kontingenztafel ÜW/HD für SH

SH	ÜW		
HD	ja	nein	Summe
ja	1 (2)	47 (46)	48
nein	18 (17)	420 (421)	438
Summe	19	467	486

Tabelle 32b Kontingenztafel ÜW/G für SH

SH	ÜW		
G	ja	nein	Summe
M	8 (8)	187 (187)	195
W	11 (11)	280 (280)	291
Summe	19	467	486

Tabelle 33a Kontingenztafel ÜW/HD für AT

AT	ÜW		
HD	ja	nein	Summe
ja	1 (1)	45 (45)	46
nein	6 (6)	396 (396)	402
Summe	7	441	448

Tabelle 33b Kontingenztafel ÜW/G für AT

AT	ÜW		
G	ja	nein	Summe
M	2 (2)	158 (158)	160
W	5 (5)	283 (283)	288
Summe	7	441	448

Tabelle 34a Kontingenztafel ÜW/HD für AM

AM	ÜW		
HD	ja	nein	Summe
ja	1 (1)	30 (30)	31
nein	3 (3)	56 (56)	59
Summe	4	86	90

Tabelle 34b Kontingenztafel ÜW/G für AM

AM	ÜW		
G	ja	nein	Summe
M	1 (2)	44 (43)	45
W	3 (2)	42 (43)	45
Summe	4	86	90

Tabelle 35a Kontingenztafel UW/HD für SAM

SAM	UW		
HD	ja	nein	Summe
ja	1 (1)	25 (25)	26
nein	3 (3)	44 (44)	47
Summe	4	69	73

Tabelle 35b Kontingenztafel UW/G für SAM

SAM	UW		
G	ja	nein	Summe
M	2 (2)	36 (36)	38
W	2 (2)	33 (33)	35
Summe	4	69	73

Tabelle 36a Kontingenztafel ÜW/HD für RR

RR	ÜW		
HD	ja	nein	Summe
ja	1 (1)	4 (4)	5
nein	3 (3)	16 (16)	19
Summe	4	20	24

Tabelle 36b Kontingenztafel ÜW/G für RR

RR	ÜW		
G	ja	nein	Summe
M	2 (2)	7 (7)	9
W	2 (2)	13 (13)	15
Summe	4	20	24

LEBENSLAUF

Am 16. Oktober 1951 wurde ich als Sohn der Eheleute Rudolf und Anni Winkler geb. Rinkes in Schwarzenfeld (Oberpfalz) geboren.

1954 verzog die Familie nach Murrhardt in Baden-Württemberg.
Von 1958 bis 1963 Besuch der Volksschule in Murrhardt, anschließend Besuch der Realschule in Sulzbach/Murr bis 1968.

Anschließend absolvierte ich das Staufer Gymnasium in Waiblingen und erlangte 1971 die fachgebundene Hochschulreife.

Von 1971 bis 1973 studierte ich an der Pädagogischen Hochschule in Reutlingen die Fächer Mathematik und Sport.
Anschließend absolvierte ich eine Sprachenschule in Stuttgart und München um nach einer Prüfung im Fach Französisch die allgemeine Hochschulreife zu erhalten. Diese Prüfung legte ich 1974 vor dem Oberschulamt in Stuttgart ab und erwarb somit die allgemeine Hochschulreife.

Im selben Jahr schloß ich die Ehe mit Marianne Winkler geb.Bogner.

Von 1975 bis 1976 leistete ich 15 Monate Grundwehrdienst.

1976 begann ich das Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin und erhielt am 8. Juni 1982 die Approbation als Tierarzt.

Im Anschluß an das Studium begann ich mit der Anfertigung der vorliegenden Dissertation.
Gleichzeitig war ich von 1982 bis Januar 1984 als Assistenztierarzt und Praxisvertreter tätig.

Im Februar 1984 übernahm ich eine tierärztliche Praxis mit Stadttierarztstelle in Markgröningen und bin seither als niedergelassener Tierarzt tätig.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. K. Loeffler für die Überlassung des Themas dieser Dissertation, der freundlichen Unterstützung und Beratung bei der Anfertigung der Arbeit.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Professor Dr. K. Hartung für sein wohlwollendes Interesse und für die Übernahme der Dissertation und Vorlegung zur Promotion.

Zu danken habe ich auch den Leitern der HD-Zentralen bzw. Zuchtwarten der Zuchtverbände, die mir freundlicherweise die Röntgenaufnahmen zur Verfügung stellten.

Dank sagen möchte ich auch Frau Dr. G. Arndt von der Fachrichtung Biometrie, die mich bei der Anfertigung der statistischen Berechnungen großzügig unterstützte.

Außerdem möchte ich Frau J. Bogner herzlich danken, die mein Manuskript in lesbare Maschinenschrift übertrug.

Papyrus-Druck GmbH Berlin ☎ 3416451
Dissertationen